

**MEMORIA TECNICA SISTEMA DE CABLEADO
ESTRUCTURADO PROYECTO: INSTITUCIÓN
EDUCATIVA NORMAL SUPERIOR, DEL MUNICIPIO DE
MOMPOX – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR**

**Colombia
MAYO 2025
REV 0**

**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA ESCOLAR EN
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NORMAL SUPERIOR, DEL MUNICIPIO
DE MOMPOX – DEPARTAMENTO DE BOLIVAR
MEMORIA TECNICA SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

Mayo 2025

Atentamente,



ALAIN CARO REYES

Cédula N° 1.129.577.259

T.P. AT206-92679

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORÓ	APROBÓ	CÓDIGO
A	12/05/2025	Emitido para revisión interna	A.C.	F.M.	NSM-CE-IF-001
0	20/05/2025	Emitido para revisión externa	A.C.	F.M.	NSM-CE-IF-001

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ALCANCE	7
3. NORMATIVIDAD APLICABLE	7
3.1. Normas y Reglamentos Nacionales	7
➤ NTC 2050 Y RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas	7
➤ NTC 4595 – Infraestructura Física para Establecimientos Educativos	7
3.2. Normas Internacionales	8
4. CONDICIONES INICIALES	9
4.1. Necesidades funcionales identificadas	9
4.2. Restricciones y aclaraciones clave	9
5. CRITERIOS DE DISEÑO	10
5.1. Topología	10
5.2. Categoría y medio físico del cableado	10
5.3. Subsistemas definidos	10
5.4. Canalización y métodos de instalación.....	11
➤ Exteriores (entre módulos):.....	11
➤ Interiores (en módulos):.....	11
5.5. Configuración de cuartos de telecomunicaciones.....	11
5.6. Administración e identificación	11
5.7. Capacidad de expansión y reserva	12
5.8. Sistema de puesta a tierra	12
6. ARQUITECTURA DE RED	13
6.1. Componentes principales de la red	13
➤ Cuarto De Telecomunicaciones Principal (MDF):	13
➤ Racks de distribución secundarios (IDFs):	13
➤ Puntos de Telecomunicaciones (Outlets):	13
➤ Canalizaciones:	13
6.2. Distribución de Racks (MDF e IDFs)	14
6.3. Diseño del Backbone de Comunicaciones	14
6.4. Enrutamiento Físico	14
6.5. Consideraciones de Escalabilidad	14
7. CANTIDAD DE PUNTOS DE TELECOMUNICACIONES POR ÁREA FUNCIONAL	
15	
7.1. Criterios para la Definición de Cantidad de Puntos.....	15

7.2.	Tabla de Puertos de conexión de red por Área Funcional.....	15
7.3.	Total General.....	17
8.	DISEÑO DETALLADO DE CABLEADO	18
8.1.	Diseño Backbone (Cableado vertical)	18
➤	Estructura topológica del backbone	18
➤	Distribución física de enlaces	18
➤	Medio físico seleccionado	19
➤	Cálculo de longitud y reserva técnica	19
➤	Total de cable backbone requerido	19
8.2.	DISEÑO DE CABLEADO HORIZONTAL	20
➤	Método de cálculo:.....	20
➤	Resultados por área	20
➤	Observaciones técnicas	22
➤	Método de instalación por entorno	23
9.	MEMORIAS DE CÁLCULO Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA DE CABLEADO.....	24
9.1.	Cálculo de Ocupación de Bandejas Metálicas.....	24
	Fórmulas aplicadas:	25
9.2.	CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE TUBERÍAS PVC CONDUIT	26
	Consideraciones:	26
	Fórmulas aplicadas:	26
9.3.	EQUIPAMIENTO DE RACKS Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA	28
	Metodología y fórmulas utilizadas:	28
	Distribución de elementos por rack	29
10.	Sistema de Puesta a Tierra	31
10.1.	COMPONENTES Y CONEXIONES.....	31
➤	Punto cero de conexión directa a tierra.....	31
➤	BCT (Bonding Conductor to Grounding Electrode System)	31
➤	TMGB (Telecommunications Main Grounding Busbar)	31
➤	TBB (Telecommunications Bonding Backbone)	31
➤	TGB (Telecommunications Grounding Busbar)	32
➤	TEBC (Telecommunications Equipment Bonding Conductor)	32
10.2.	CÁLCULO DE LLENADO DE TUBERÍAS	32
11.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	33
11.1.	CABLEADO HORIZONTAL	33
➤	Cable UTP Categoría 6A:.....	33
11.2.	CABLEADO VERTICAL (BACKBONE) Y HORIZONTAL MODULO 6, MODULO 7 Y MODULO 8	33
➤	Cable FTP Categoría 6A para Entorno Exterior:	34
11.3.	PANELES DE PARCHEO (PATCH PANELS)	34
➤	Panel de Parcheo Categoría 6A:	34
11.4.	SALIDA DE INFORMACION – JACK O INFORMATION OUTLET	36
➤	Jack RJ-45 Categoría 6A:	36

11.5.	RACKS Y GABINETES.....	36
➤	Rack de Piso para MDF:	36
➤	Racks Murales para IDF 9U	37
➤	Racks Murales para IDF 11U	37
11.6.	BANDEJA PORTA CABLE TIPO MALLA.....	38
	Requisitos generales:	38
	Especificaciones técnicas:	39
11.7.	CANALIZACIONES (TUBERÍAS).....	39
	Requisitos generales:	39
	Especificaciones técnicas tubería PVC Conduit:	40
11.8.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS ACTIVOS	41
➤	Switches de Acceso y distribución	41
➤	Switch Core (MDF)	42
➤	Router Principal	42
➤	Regletas de Energía PDU	43
➤	Requisitos generales para todos los equipos activos:	44
12.	CERTIFICACIÓN DEL CABLEADO	45
12.1.	ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN	45
12.2.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA	46
12.3.	EQUIPOS DE MEDICIÓN	46
12.4.	DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA.....	47
13.	ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO	48
13.1.	CRITERIOS GENERALES	48
13.2.	ESTRUCTURA DE IDENTIFICACIÓN POR TIPO DE ELEMENTO.....	48
13.3.	RESPONSABILIDADES DE DOCUMENTACIÓN	49
13.4.	ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO	49
	ANEXO 1 – LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS	50
	ANEXO 2 – PLANOS	51

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el diseño técnico y normativo del sistema de cableado estructurado para la nueva sede de la Escuela Normal Superior de Mompox, una institución educativa pública de carácter oficial en Colombia.

El proyecto se desarrolla en el contexto de una obra nueva, lo cual permite plantear una infraestructura optimizada desde su concepción, cumpliendo con todas las normas nacionales e internacionales vigentes. El diseño contempla la implementación de un sistema de telecomunicaciones de alta disponibilidad y fácil mantenibilidad, garantizando una infraestructura confiable para servicios de datos y acceso a internet.

Este diseño es el resultado de un proceso técnico fundamentado en:

- Requerimientos funcionales de la institución.
- Análisis normativo.
- Estándares de buenas prácticas en infraestructura de redes.
- Evaluación de alternativas topológicas, físicas y económicas.

El objetivo final del presente documento es proporcionar un diseño que no solo sea implementable, sino también auditable, escalable y certificado, con la documentación necesaria para su ejecución, supervisión, mantenimiento y futura expansión.

2. ALCANCE

Prestar el servicio de diseño de la red de cableado estructurado de datos para los salones, áreas de profesores, rectoría y coordinación, biblioteca, tecnología e innovación, centro de recurso, laboratorios, salón de artes, aula múltiple, garita y tienda de la institución educativa normal superior, en el municipio de Mompox – departamento de bolívar.

3. NORMATIVIDAD APLICABLE

El diseño del sistema de cableado estructurado se ajusta a los requisitos técnicos, constructivos y de certificación establecidos en las siguientes normativas, agrupadas en nacionales e internacionales:

3.1. Normas y Reglamentos Nacionales

➤ NTC 2050 Y RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

Exigen que todos los sistemas eléctricos y electrónicos estén correctamente protegidos, aterrizados y contruidos con materiales certificados. Aplica para canalizaciones, puesta a tierra de racks, UPS, bandejas metálicas y puntos eléctricos asociados al sistema de telecomunicaciones.

➤ NTC 4595 – Infraestructura Física para Establecimientos Educativos

Norma colombiana que establece requerimientos para diseños en instituciones educativas, incluyendo áreas mínimas, accesibilidad, seguridad eléctrica y soporte para sistemas tecnológicos. Se considera como marco complementario en el diseño físico del sistema.

3.2. Normas Internacionales

El sistema ha sido diseñado conforme a las siguientes normas internacionales, reconocidas por su aplicabilidad en telecomunicaciones estructuradas:

Norma	Título	Aplicación en el diseño
ANSI/TIA-568.0-E	Requisitos generales de cableado	Establece límites de distancia, conectores y categorías
ANSI/TIA-568.1-E	Edificaciones comerciales	Diseño de canalizaciones y cuartos técnicos
ANSI/TIA-568.2-E	Medios de transmisión balanceados	Uso de cable Cat 6A
ANSI/TIA-569-E	Canalizaciones y rutas	Bandejas, ductos, registros, límites de ocupación
ANSI/TIA-606-D	Administración e identificación	Formatos de etiquetado de cables, racks y paneles
ANSI/TIA-607-E	Puesta a tierra y equipotencialización	Aterrizamiento de racks y canalización metálica

Tabla No. 1 Normas técnicas internacionales bases del diseño

4. CONDICIONES INICIALES

La Escuela Normal Superior de Mompox se encuentra en proceso de construcción de su nueva sede institucional, razón por la cual el presente diseño parte de una infraestructura totalmente nueva, sin elementos preexistentes de red ni cableado, lo que permite adoptar un enfoque optimizado desde el punto de vista técnico, normativo y constructivo.

Durante la fase de análisis, se realizó un estudio de los espacios arquitectónicos, además de una clasificación funcional de las áreas con base en su uso académico, administrativo o de soporte. Esta clasificación permitió identificar el número y tipo de puntos de red requeridos en cada zona, optimizando recursos y eliminando sobredimensionamientos.

4.1. Necesidades funcionales identificadas

- Aulas, laboratorios y salón de arte: conectividad para docentes y posibles terminales de uso estudiantil.
- Biblioteca y centro de recursos: cobertura de red para consultas digitales y acceso a recursos en línea.
- Coordinación, rectoría, sala de profesores y oficinas administrativas: puntos fijos de conexión para estaciones administrativas.
- Tienda escolar, garita, enfermería, salón múltiple: puntos mínimos según funcionalidad declarada por el cliente.

4.2. Restricciones y aclaraciones clave

- El sistema no reutiliza ningún elemento previo: se trata de un diseño desde cero.
- Se buscó cumplir el mínimo normativo requerido, sin sobredimensionamiento innecesario.
- Las rutas de canalización entre bloques estarán enterradas y expuestas en el interior de los módulos (sin cielo falso).
- Se estableció la ubicación del MDF (Main Distribution Frame) en el Módulo 2 y se determinaron 4 IDFs (Intermediate Distribution Frame) estratégicamente ubicados para minimizar distancias y evitar el uso de fibra óptica.

5. CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño se implementa con características de flexibilidad, protección de obsolescencia tecnológica, operación simplificada y centralizada con características de requisitos bajos de mantenimiento para alta funcionalidad y operabilidad.

5.1. Topología

El diseño parte de una topología jerárquica en estrella, ampliamente reconocida en entornos educativos y normativamente válida. Esta topología asegura:

- Centralización del tráfico en cuarto de telecomunicaciones principal (MDF).
- Distribución por bloques mediante racks de distribución secundarios (IDF).
- Independencia entre enlaces IDF–MDF, evitando enlaces encadenados que compliquen mantenimiento.

Todos los enlaces backbone se dimensionan para no superar 90 metros, lo que permite usar cobre blindado Cat 6A, eliminando la necesidad de fibra óptica sin violar ninguna norma.

5.2. Categoría y medio físico del cableado

El sistema se diseña con cableado de categoría Cat 6A F/UTP (23 AWG), chaqueta (LSZH interior, PE exterior), apto para ambientes exigentes como:

- Rutas de bandejas expuestas sin cielo falso.
- Tubería enterrada y registro en piso.

Este tipo de cable soporta velocidades de hasta 10 Gbps, cumpliendo los requisitos normativos.

5.3. Subsistemas definidos

El diseño abarca los siguientes subsistemas:

- Área de trabajo (faceplate y jack doble Cat 6A)
- Cableado horizontal (desde faceplate hasta patch panel)
- Backbone de piso y campus (de IDFs al MDF)
- Cuartos de telecomunicaciones (MDF + IDF)
- Infraestructura de canalización
- Sistema de administración
- Sistema de puesta a tierra y equipotencialización

5.4. Canalización y métodos de instalación

➤ Exteriores (entre módulos):

- Tubería PVC conduit 2", enterrada a 45 cm mínimo.
- Registros cada 30 metros o en cada cambio de dirección $\geq 30^\circ$.
- Cable Cat 6A FTP – PE (chaqueta para uso en exterior).

➤ Interiores (en módulos):

- Bandejas metálicas tipo malla o escalera, con tapa, fijadas a muro.
- Altura mínima de instalación: 2.4 m
- Ocupación máxima: 40%
- Radios de curvatura $\geq 4 \times$ diámetro del cable.
- Cable Cat 6A UTP - LSZH (chaqueta para uso en interior).

5.5. Configuración de cuartos de telecomunicaciones

- MDF (Main Distribution Frame): ubicado en el Módulo 2 (zona central), en espacio cerrado con acceso restringido, ventilación pasiva y alimentación regulada.
- IDFs (Intermediate Distribution Frame): Ubicados en Módulo 1, 3, 4, y extremo de Módulo 5. Se usan racks tipo gabinete dimensión estándar en “U”, con patch panels, switches, y organizadores.

Todos los racks tendrán una ocupación máxima del 80%, dejando un 20% libre como capacidad de reserva.

5.6. Administración e identificación

Se adopta la norma ANSI/TIA-606-D, que establece un sistema estandarizado para la identificación, rotulado y documentación de todos los elementos del sistema.

Cada etiqueta será:

- Impresa con **rotuladora profesional** (Brady, Brother o similar).
- Resistente a humedad y abrasión.
- Colocada en ambos extremos del cable y en el medio si excede 20 m.
- Ubicada sobre los racks, bandejas, canaletas, registros y faceplates.

5.7. Capacidad de expansión y reserva

El diseño no incluye instalación activa de puntos adicionales, pero garantiza:

- Canalizaciones y Bandejas con capacidad libre de al menos 10% en infraestructura física del 40% permitido de uso.
- Racks con capacidad libre de al menos 20% en infraestructura física.

5.8. Sistema de puesta a tierra

El diseño incluye:

- Aterrizamiento de todos los racks y bandejas metálicas conforme a **ANSI/TIA-607-E**.

6. ARQUITECTURA DE RED

La red de telecomunicaciones ha sido organizada bajo una arquitectura física jerárquica para diseño estructurado de redes en edificaciones tipo campus o multibloque.

6.1. Componentes principales de la red

El sistema de cableado estructurado está compuesto por los siguientes subsistemas funcionales:

- Cuarto De Telecomunicaciones Principal (MDF):
 - Nodo central de la red.
 - Alojado en el Módulo 2 – piso2, contiguo a la sala de profesores.
 - Alberga el router principal, switch core, switches del módulo 2, patch panels, UPS y el punto de interconexión con el operador(es).

- Racks de distribución secundarios (IDFs):
 - Racks satélites ubicados en los módulos distantes.
 - Cada IDF recibe el backbone desde el MDF y redistribuye a los puntos de datos locales.
 - Se diseñaron 4 IDF activos, con asignación de áreas según distribución arquitectónica.

- Puntos de Telecomunicaciones (Outlets):
 - Terminales RJ45 con conectores tipo Keystone.
 - Cada punto sigue la nomenclatura e identificación conforma a normatividad indicada en el capítulo 3 de este documento.

- Canalizaciones:
 - Internas: bandeja metálica tipo malla con tapa.
 - Externas: tubería de PVC conduit, enterrada con registros.

6.2. Distribución de Racks (MDF e IDF)

La distribución de racks fue definida estratégicamente en función de las distancias físicas, la accesibilidad para mantenimiento, y el cumplimiento normativo (longitud ≤ 90 m).

Elemento	Ubicación	Áreas Atendidas
MDF	Módulo 2 (Rectoría)	Nodo central de la red, cubre también el módulo 2, compuesto por la sala profesores, rectoría, biblioteca, bilingüismo, oficinas, enfermería, archivo
IDF	Módulo 1	10 salones de clase en dos niveles
IDF	Módulo 3	Tecnología, innovación, emisora, biblioteca (derivado), tienda, aula de arte, laboratorios
IDF	Módulo 4	12 salones de clase en dos niveles
IDF	Módulo 5	12 Salones de clase en dos niveles, 6 salones de preescolar, salón múltiple y garita.

Tabla No. 2- Distribución de Rack

6.3. Diseño del Backbone de Comunicaciones

El backbone de la red conecta el MDF con cada uno de los IDFs mediante cableado estructurado apantallado categoría 6^a FTP - PE. La distancia entre cada cuarto de distribución y el MDF ha sido validada individualmente para no superar los 90 metros.

- Las canalizaciones backbone exteriores se realizarán por tubería enterrada en PVC conduit tipo pesado, con registros tipo pozo de inspección cada 30 metros.
- Todo cableado de backbone será resistente deberá ser apto para uso en exterior.

6.4. Enrutamiento Físico

- Backbone: conexiones directas entre el MDF y cada IDF, respetando la ruta más corta y segura mediante canalización subterránea.
- Cableado horizontal: distribuido internamente mediante bandeja tipo malla metálica con tapa. Estas bandejas estarán visibles, ya que no se cuenta con cielo falso, y serán fijadas en los bordes perimetrales interiores.

6.5. Consideraciones de Escalabilidad

- La infraestructura física ha sido diseñada con reserva de capacidad técnica en racks (mínimo 20% de RU libres) y con canalizaciones con capacidad para un 10% de crecimiento futuro (dentro de los 40% de ocupación permitido por ducto o bandeja).

- El punto de acceso de los operadores se ha diseñado como mixto, permitiendo conexión tanto por cobre como por fibra óptica, asegurando compatibilidad con diferentes tecnologías.

7. CANTIDAD DE PUNTOS DE TELECOMUNICACIONES POR ÁREA FUNCIONAL

7.1. Criterios para la Definición de Cantidad de Puntos

La determinación de la cantidad de puntos de telecomunicaciones por área funcional en la Escuela Normal Superior de Mompox se realizó con base en las normas nacionales e internacionales indicadas en el capítulo 3. El criterio técnico consistió en asignar al menos un punto doble de telecomunicaciones categoría 6A F/UTP por cada área que requiera conectividad de red para equipos fijos como estaciones de trabajo, terminales de consulta, equipos docentes, consolas, o periféricos de red cableados.

En espacios de alta concurrencia o uso especializado, como bibliotecas, laboratorios, áreas administrativas y centros de innovación, se asignaron múltiples puntos, de acuerdo con el layout arquitectónico y los requerimientos funcionales.

Se aplica el principio de mínimo normativo sin sobredimensionamiento, garantizando cumplimiento técnico y legal sin incurrir en costos innecesarios. La infraestructura contempla capacidad de reserva física en racks, bandejas y canalizaciones para futuras expansiones, incluyendo la eventual incorporación de puntos para sistemas inalámbricos u otras funcionalidades que el colegio pudiera requerir posteriormente.

7.2. Tabla de Puertos de conexión de red por Área Funcional

Módulo	Área Funcional	Nivel	MDF/IDF Asignado	Cantidad de Puertos de conexión de red	Justificación Técnica
M2	Biblioteca	1	MDF	34	Terminales fijas para consulta digital y administración
M2	Bilingüismo	2	MDF	21	Espacio académico con múltiples estaciones de trabajo
M3	Tecnología e Innovación	2	IDF en M3	21	Salón especializado con conectividad por estación
M1	Salones de clase	1	IDF en M1	10	Punto para equipo docente o estación fija
M1	Salones de clase	2	IDF en M1	10	Punto para equipo docente o estación fija
M4	Salones de clase	1	IDF en M4	12	Punto para equipo docente o estación fija

M4	Salones de clase	2	IDF en M4	12	Punto para equipo docente o estación fija
M5	Salones de clase	1	IDF en M5	12	Punto para equipo docente o estación fija
M5	Salones de clase	2	IDF en M5	12	Punto para equipo docente o estación fija
M6	Aulas de Preescolar 1	1	IDF en M5	6	Punto para administración o dispositivo educativo fijo
M6	Aulas de Preescolar 2	1	IDF en M5	6	Punto para administración o dispositivo educativo fijo
M2	Rectoría	2	MDF	4	Estaciones administrativas y periféricos
M2	Sala de espera rectoría	2	MDF	2	Punto para terminal de atención
M2	Asesoría	2	MDF	2	Punto para oficina administrativa
M2	Contaduría	2	MDF	4	Estaciones contables y periféricos de red
M3	Aula de arte	1	IDF en M3	2	Conectividad para equipos docentes
M3	Laboratorio de ciencia	1	IDF en M3	2	Estaciones de laboratorio con equipos fijos
M3	Laboratorio integrado	2	IDF en M3	2	Estaciones múltiples para prácticas científicas
M2	Sala de profesores	2	IDF en M2	4	Estaciones de uso compartido y consulta administrativa
M5	Garita / Vigilancia	1	IDF en M5	2	Cámaras, consolas de control o monitoreo
M5	Salón Múltiple	1	IDF en M5	2	Uso polivalente, proyección o conectividad para eventos
M3	Tienda preescolar	1	IDF en M3	2	Terminal para registro administrativo o facturación
M3	Emisora escolar	1	IDF en M3	2	Conectividad para equipo de producción o consolas
M2	Oficina de bibliotecario	1	IDF	4	Estaciones de trabajo y gestión bibliotecaria
M2	Coordinación 1 y 2	2	IDF	4	Oficinas administrativas con doble punto por espacio
M2	Coordinación 3 y 4	2	IDF	4	Oficinas administrativas con doble punto por espacio
M2	Coordinación 5	2	IDF	2	Oficina individual con punto de red doble
M2	Coordinación 6	2	IDF	2	Oficina individual con punto de red doble
M2	Enfermería	1	IDF	2	Terminal para registros médicos o atención básica

Tabla No. 3 - Puntos de comunicación por área funcional

7.3. Total General

- Total de puntos de telecomunicaciones instalados: 204
- Tipo de toma: Faceplate individual RJ45 Cat 6A F/UTP y Faceplate doble RJ45 Cat 6A F/UTP.
- Conexión hacia: IDF correspondiente o MDF, según diseño de arquitectura
- Observación: No se consideran puntos para sistemas inalámbricos. Cualquier necesidad futura de este tipo será atendida mediante la capacidad de reserva física prevista en canalizaciones y racks.

8. DISEÑO DETALLADO DE CABLEADO

8.1. Diseño Backbone (Cableado vertical)

El subsistema de backbone es el encargado de conectar el Cuarto de telecomunicaciones principal (MDF) con cada uno de los Racks de distribución secundarios, formando la espina dorsal de la red de telecomunicaciones.

➤ Estructura topológica del backbone

El backbone está diseñado bajo una **topología en estrella directa**, donde todos los IDFs se conectan directamente al MDF ubicado en el Módulo 2, sin interconexión entre IDFs. Esto permite:

- Aislamiento de cada bloque o zona.
- Diagnóstico y mantenimiento independiente por IDF.

➤ Distribución física de enlaces

IDF	Módulo / Zona atendida	Tipo de conexión	Distancia estimada	Medio físico
IDF en M1	Módulo 1 (primaria)	Campus (interbloques)	60 m	Cobre Cat 6A FTP - PE
IDF en M3	Módulo 3 (biblioteca, bilingüismo, tech, tienda)	Campus	50 m	Cobre Cat 6A FTP - PE
IDF en M4	Módulo 4 (secundaria)	Campus	70 m	Cobre Cat 6A FTP - PE
IDF en M5	Extremo Módulo 5 (preescolar, garita, SM)	Campus	81 m	Cobre Cat 6A FTP - PE

Tabla No. 4 Distribución física de enlaces

➤ Medio físico seleccionado

Se utilizará **cable multipar Cat 6A F/UTP**, de 23 AWG:

- **Interior:** LSZH
- **Exterior:** PE (apto para uso en exterior)

Motivo de selección:

- Todas las distancias serán igual o menor de 90 metros, por lo tanto, el uso de fibra óptica no es obligatorio.
- Facilita certificación y mantenimiento.
- Reduce costos sin comprometer el cumplimiento normativo.

➤ Cálculo de longitud y reserva técnica

Para cada enlace MDF–IDF se considera:

- Distancia física medida en plano.
- Curvas, registros, altura vertical desde bandeja a rack.
- Reserva técnica del 10% obligatoria.

Enlace	Longitud base	Reserva (10%)	Longitud total estimada
MDF – IDF en M1	60 m	6.0 m	66 m
MDF – IDF en M3	50 m	5.0 m	55 m
MDF – IDF en M4	70 m	7.0 m	77 m
MDF – IDF en M5	81 m	8.1 m	89.1 m

Tabla No. 5 Cálculo estimado cableado vertical

➤ Total de cable backbone requerido

$$66 + 55 + 77 + 89.1 = 287 \text{ metros}$$

Sumando un 5% de contingencia:

$$287 \times 1.05 = 301,35 \text{ metros}$$

Total recomendado para compra: 350 metros de cable Cat 6A FTP-PE para backbone campus apto para uso en exterior.

8.2. DISEÑO DE CABLEADO HORIZONTAL

El cableado horizontal constituye el subsistema que conecta los puntos terminales (faceplates o tomas de red) ubicados en las áreas funcionales con los paneles de parcheo alojados en los Racks de distribución secundarios (IDF).

➤ Método de cálculo:

$$\text{Longitud promedio por punto} = \frac{(\text{LM} + \text{Lm})}{2} \times 1.10$$

- **LM** = longitud máxima desde el MDF/IDF hasta el punto más lejano.
- **Lm** = longitud mínima desde el MDF/IDF hasta el punto más cercano.
- **10% de reserva técnica.**

Una vez calculada la longitud promedio por área, se multiplica por el número de puntos reales requeridos en esa zona.

➤ Resultados por área

A continuación, se presenta la tabla consolidada con las áreas validadas, el IDF asignado, las distancias mínimas y máximas medidas en plano, el número total de puntos requeridos, y el resultado final estimado de cable en metros:

Área	MDF/IDF asignado	Lm (m)	LM (m)	Total Puntos Requeridos	Longitud Promedio por Punto (m)	Total Estimado de Cable (m)
Biblioteca PISO 1 MOD 2	MDF	40	65	34	57.75	1.963,50
Bilingüismo PISO 2 MOD 2	MDF	36	60	21	52.80	1.108,80
Tecnología e Innovación PISO 2 MOD 3	IDF en M3	21	30	21	28.05	589,05
Salones de clase PISO 1 MOD1	IDF en M1	15	45	10	33.00	330
Salones de clase PISO 2 MOD 1	IDF en M1	20	50	10	38.50	385
Salones de clase PISO 1 MOD4	IDF en M4	15	45	12	33.00	396
Salones de clase PISO 2 MOD4	IDF en M4	20	50	12	38.50	462
Salones de clase PISO 1 MOD5	IDF en M5	15	45	12	33.00	396
Salones de clase PISO 2 MOD5	IDF en M5	20	50	12	38.50	462

Aulas de Preescolar1 PISO1 MOD6	IDF en M5	40	70	6	60.50	363
Aulas de Preescolar2 PISO1 MOD6	IDF en M5	40	70	6	60.50	363
Rectoría PISO2 MOD2	MDF	18	28	4	25.30	101,2
Sala de espera rectoría PISO2 MOD2	MDF	20	20	2	22.00	44
Asesoría PISO2 MOD2	MDF	6	6	2	6.60	13,2
Contaduría PISO2 MOD2	MDF	12	15	4	14.85	59,4
Aula de arte PISO1 MOD 3	IDF en M3	24	24	2	26.40	52,8
Laboratorio ciencia PISO1 MOD 3	IDF en M3	30	40	2	38.50	77
Laboratorio Integrado PISO2 MOD 3	IDF en M3	32	32	2	35.20	70,4
Sala de Profesores PISO2 MOD2	MDF	36	48	4	46.20	184,8
Garita / Vigilancia	IDF en M5	81	81	2	89.10	178,2
Salón Múltiple	IDF en M5	81	81	2	89.10	178,2
Tienda preescolar	IDF en M3	50	50	2	55.00	110
Emisora	IDF en M3	48	48	2	52.80	105,6
Oficina Bibliotecario	IDF	40	50	4	49.50	198
Coordinación 1 y 2	IDF	26	36	4	34.10	136,4
Coordinación 3 y 4	IDF	28	28	4	30.80	123,2
Coordinación 5	IDF	14	14	2	15.40	30,8
Coordinación 6	IDF	20	23	2	23.65	47,3
Enfermería	IDF	48	48	2	52.80	105,6

Tabla No. 6 - Cálculo estimado cableado horizontal

➤ Observaciones técnicas

- Total de puntos de red: 204 puntos
- Total estimado de cable horizontal requerido: 8674,5 metros
- Distribución del tipo de cable:

Tipo de Cable	Aplicación	Áreas Asociadas	Total Cable (m)
Cat 6A UTP LSZH – uso interior	Zonas internas, bandeja aérea	Biblioteca, Bilingüismo, Tecnología e Innovación, Salones de Clase (M1, M4, M5), Rectoría, Sala de Espera, Asesoría, Contaduría, Aula de Arte, Laboratorios, Sala Profesores, Emisora, Oficina Bibliotecario, Coordinación 1–6, Enfermería	7442,05
Cat 6A /UTP con chaqueta PE – uso exterior	Interbloques o canalización subterránea (tubería enterrada)	Aulas Preescolar (M6), Garita, Salón Múltiple, Tienda Preescolar	1192,40
Total general de cableado horizontal estimado			8634,45

Tabla No. 7 - Distribución de tipo de cable – cableado horizontal

- Requerimientos técnicos:
 - Se asegura trazado igual o inferior a 90 m de enlace permanente, desde MDF a cada IDF.
 - Se evita sobredimensionamiento y se garantiza robustez técnica.
- Se utilizará cable **Cat 6A F/UTP, calibre 23 AWG**, de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Se prevé instalación en **bandeja metálica tipo malla con tapa** en tramos interiores, y **tubería PVC 2” conduit enterrada** en tramos interbloques.
- La reserva del 10% se considera necesaria debido a:
 - Radios de curvatura,
 - Altura vertical de montaje,
 - Ajustes de ruta,
 - Pérdida por instalación.

➤ Método de instalación por entorno

Entorno	Método
Interior de módulos	Bandeja metálica aérea con tapa (expuesta, sin cielo falso)
Entre módulos	Tubería PVC conduit 2" enterrada, con caja de paso cada 30 m
Ingreso a racks	Transición tubería-bandeja mediante caja de paso superficial + adaptador

Tabla No. 8 - Entono de instalación cableado horizontal.

Este diseño garantiza que **todos los tramos** desde switch activo hasta el punto de usuario **cumplen la norma de 90 metros máximos**, sin necesidad de fibra óptica o conversión de medios.

9. MEMORIAS DE CÁLCULO Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA DE CABLEADO

Este capítulo presenta la memoria de cálculo del sistema de cableado estructurado para la Escuela Normal Superior de Mompox, fundamentado en las normas indicadas en el capítulo 3 de este documento. Se evalúan tres aspectos fundamentales del diseño: la ocupación de bandejas metálicas tipo malla, la ocupación de canalizaciones (tuberías PVC), y el dimensionamiento físico de los racks de telecomunicaciones. Cada sección verifica el cumplimiento normativo, aplicando reserva técnica cuando la normatividad indicada en el capítulo 3 lo exige o lo recomienda.

Se ha asegurado en cada caso que:

- La ocupación no supera el 40% del área interna disponible.
- Se incluye una reserva técnica del 10% dentro del área de ocupación permitida para las bandejas porta cables y canalizaciones.
- Se incluye una reserva técnica del 20% para los racks.
- Se consideran las dimensiones reales de cables y canalizaciones utilizadas comercialmente.

9.1. Cálculo de Ocupación de Bandejas Metálicas

Este apartado define la metodología de cálculo para la selección y validación del tipo de bandeja portacable a utilizar en cada tramo del sistema de cableado estructurado horizontal. El diseño considera bandejas tipo malla metálica galvanizada, con secciones transversales de **100 mm × 50 mm** y **150 mm × 50 mm**, en función del número de cables y sus características físicas.

Se utilizan dos tipos de cables:

- Cable apantallado para interior, diámetro nominal: **6.9 mm**
- Cable apantallado para exterior, diámetro nominal: **7.5 mm**

Fórmulas aplicadas:

- Área útil de la bandeja:

$$A_{\text{til}} = \text{Ancho} \times \text{Alto} \times 0.4$$

- Área ocupada activa:

$$A_{\text{ocupada}} = N_{\text{cables}} \times A_{\text{cable}}$$

- Área total con reserva:

$$A_{\text{total}} = A_{\text{ocupada}} + (0.10 \times A_{\text{til}})$$

- Cumple si:

$$A_{\text{total}} \leq A_{\text{til}}$$

Módulo / Nivel	Nº Cables	Tipo de Cable	Área por Cable (mm ²)	Área Ocupada (mm ²)	Reserva (mm ²)	Área Total Ocupación (mm ²)	Área Útil Permitida (40%) (mm ²)	% Ocupación Total (100%)	Tipo de Bandeja	¿Cumple?
M1 – Niveles 1 y 2	10	Interior	37.4	374.0	200.0	574.0	2,000.0	11.5%	100×50	Sí
M2 – Piso 1 Izquierdo	31	Interior	37.4	1,159.4	300.0	1,459.4	3,000.0	19.5%	150×50	Sí
M2 – Piso 1 Derecho	21	Interior	37.4	785.4	200.0	985.4	2,000.0	19.7%	100×50	Sí
M2 – Piso 2 Izquierdo	24	Interior	37.4	897.6	200.0	1,097.6	2,000.0	22.0%	100×50	Sí
M2 – Piso 2 Derecho	14	Interior	37.4	523.6	200.0	723.6	2,000.0	14.5%	100×50	Sí
M3 – Nivel 1 hacia M9	8	Interior	37.4	299.2	200.0	499.2	2,000.0	10.0%	100×50	Sí
M3 – Piso 2 Izquierdo	12	Interior	37.4	448.8	200.0	648.8	2,000.0	13.0%	100×50	Sí
M3 – Piso 2 Derecho	11	Interior	37.4	411.4	200.0	611.4	2,000.0	12.2%	100×50	Sí
M4 – Niveles 1 y 2	12	Interior	37.4	448.8	200.0	648.8	2,000.0	13.0%	100×50	Sí
M5 – Nivel 1	28	Exterior	44.2	1,237.6	300.0	1,537.6	3,000.0	20.5%	150×50	Sí
M5 – Nivel 2	12	Exterior	44.2	530.4	200.0	730.4	2,000.0	14.3%	100×50	Sí
M6 – Edif. 1 y 2	6	Exterior	44.2	265.2	200.0	465.2	2,000.0	13.2%	100×50	Sí

Tabla No. 9 - Cálculo de llenado de bandejas portacables.

9.2. CÁLCULO DE OCUPACIÓN DE TUBERÍAS PVC CONDUIT

La ocupación de canalizaciones se fundamenta igualmente en la normatividad mencionada en el capítulo 3 de este documento, que limita la ocupación al **40% del área interna útil** de las tuberías.

Consideraciones:

- Para canalizaciones **interiores de ¾" y 1"**, **no se incluye reserva**, ya que su destino es exclusivamente el punto de red de datos (sencillo o doble).
- Para canalizaciones **enterradas de 2"**, más robusta, y se considera una **reserva técnica del 10%** dentro del 40% permitido.
- Cable apantallado para interior, diámetro nominal: **6.9 mm**
- Cable apantallado para exterior, diámetro nominal: **7.5 mm**

Fórmulas aplicadas:

- Área interna de la tubería:

$$A_{\text{interna}} = \pi \cdot \left(\frac{D_{\text{interno}}}{2} \right)^2$$

2. Área Permitida por Norma (40%):

$$A_{\text{permitida}} = A_{\text{interna}} \times 0.40$$

- Área total con reserva (aplica solo a 2"):

$$A_{\text{reserva}} = A_{\text{permitida}} \times 0.10$$

- Área de cada cable:

$$A_{\text{cable}} = \pi \cdot \left(\frac{D_{\text{cable}}}{2} \right)^2$$

- Área ocupada por N cables:

$$A_{\text{ocupada}} = N \cdot A_{\text{cable}}$$

- Cumplimiento (aplica solo para tubería 2”):

$$A_{\text{ocupada}} \leq A_{\text{permitida}} - A_{\text{reserva}} \quad (\text{si aplica reserva})$$

- Cumplimiento (aplica solo para tubería ¾” y 1”):

$$A_{\text{ocupada}} \leq A_{\text{permitida}}$$

Tubería	Aplicación	Área Interna (mm ²)	Área Permitida 40% (mm ²)	Reserva (mm ²)	Nº Cables	Área Ocupada (mm ²)	Área Total Ocupación (mm ²)	% Ocupación Total (100%)	¿Cumple?
¾"PVC	Interior	473.4	189.3	0.0	2	105.6	105.6	22.3%	Sí
1" PVC	Interior	743.6	297.4	0.0	4	211.2	211.2	28.4%	Sí
2" PVC	Enterrada	2,236.5	894.5	89.5	10	442.0	531,5	23.8%	Sí

Tabla No. 10 - Cálculo de llenado de tubería Conduit PVC.

9.3. EQUIPAMIENTO DE RACKS Y DISTRIBUCIÓN FÍSICA

En este apartado se dimensionan los racks de telecomunicaciones (principal y secundarios) para alojar los patch panels, switches, PDU y organizadores, de acuerdo con la cantidad de puntos de red por zona. Se verifica también que el porcentaje de ocupación no supere el 80%, dejando una reserva mínima del 20% conforme a la normatividad indicada en el capítulo 3 de este documento.

Metodología y fórmulas utilizadas:

- Patch panels requeridos:

$$N_{PP} = \left\lceil \frac{\text{Puntos de red}}{24} \right\rceil$$

- Cálculo de ocupación física del rack en Unidades (U): Para cada rack se suman las alturas de los elementos a instalar (1U, 2U, etc.). Los componentes considerados son:

Elemento	Altura Estimada (U)
Patch panel 24 puertos	1U por unidad
Switch de acceso (24 o 48 puertos)	1U
Organizadores horizontales (con tapa)	1U por organizador
Regleta PDU	1U
Reserva técnica	≥ 20% del total

Tabla No. 11 - Componentes considerados para cálculo ocupación Rack.

- La fórmula general de ocupación es:

$$\text{Ocupación (\%)} = \left(\frac{\text{Total de U requeridas}}{\text{Altura física del rack (U)}} \right) \times 100$$

- Distribución de puntos por área:
 - **MDF:** 89 puntos - Áreas: Biblioteca, Bilingüismo, Rectoría, Sala de espera rectoría, Asesoría, Contaduría, Sala de Profesores, Oficina Bibliotecario, Coordinaciones 1–6, Enfermería
 - **IDF en M1:** 20 puntos. - Áreas: Salones MOD 1 piso 1 y piso 2

- **IDF en M3:** 31 puntos. - Áreas: Tecnología e Innovación, Aula de arte, Laboratorios MOD 3, Tienda preescolar, Emisora
- **IDF en M4:** 24 puntos. - Áreas: Salones MOD 4 piso 1 y piso 2
- **IDF en M5:** 40 puntos. - Áreas: Salones MOD 5 piso 1 y piso 2, Preescolar MOD 6, Salón Múltiple, Garita

Rack	Altura (U)	U Utilizadas	U Reserva	Ocupación Instalada (%)	Reserva Técnica (%)	Reserva Mínima por Norma (%)	¿Cumple?
MDF	25U	14U	11U	56%	44%	20%	Sí
IDF EN M1	9U	4U	5U	44.4%	55.6%	20%	Sí
IDF EN M3	11U	7U	4U	63.6%	36.4%	20%	Sí
IDF EN M4	9U	4U	5U	44.4%	55.6%	20%	Sí
IDF EN M5	11U	7U	4U	63.6%	36.4%	20%	Sí

Tabla No. 12 - Cálculo de dimensionamiento de Racks.

Distribución de elementos por rack

- **MDF (25U)**

Elemento	Cantidad	U por unidad	U total
Patch Panels Cat 6A (24 p)	5	1U	5U
Switch de acceso (1 por PP)	4	1U	4U
Switch core (agregación)	1	1U	1U
Router WAN	1	1U	1U
Organizadores horizontales	2	1U	2U
PDU	1	1U	1U
Total U utilizadas	–	–	14U
Reserva técnica disponible	–	–	11U

Tabla No. 13 - Distribución de elementos en MDF

- **IDF en M1(9U)**

Elemento	Cantidad	U por unidad	U total
Patch Panel (24 p)	1	1U	1U
Switch acceso (24 p)	1	1U	1U
Organizador horizontal	1	1U	1U
PDU	1	1U	1U
Total U utilizadas	–	–	4U
Reserva técnica	–	–	5U

Tabla No. 14 - Distribución de elementos en IDF en M1

- **IDF en M3(11U)**

Elemento	Cantidad	U por unidad	U total
Patch Panels (24 p)	2	1U	2U
Switches acceso (2x24 p)	2	1U	2U
Organizadores horizontales	2	1U	2U
PDU	1	1U	1U
Total U utilizadas	–	–	7U
Reserva técnica	–	–	4U

Tabla No. 15 - Distribución de elementos en IDF en M3

- IDF en M4(9U)

Elemento	Cantidad	U por unidad	U total
Patch Panel (24 p)	1	1U	1U
Switch acceso (24 p)	1	1U	1U
Organizador horizontal	1	1U	1U
PDU	1	1U	1U
Total U utilizadas	–	–	4U
Reserva técnica	–	–	5U

Tabla No. 16 - Distribución de elementos en IDF en M4

- IDF en M5(11U)

Elemento	Cantidad	U por unidad	U total
Patch Panels (24 p)	2	1U	2U
Switches acceso (2×24 p)	2	1U	2U
Organizadores horizontales	2	1U	2U
PDU	1	1U	1U
Total U utilizadas	–	–	7U
Reserva técnica	–	–	4U

Tabla No. 17 - Distribución de elementos en IDF en M5

10. Sistema de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra del cableado estructurado se diseña conforme a la norma ANSI/TIA-607-E y al RETIE, garantizando continuidad, seguridad y un punto equipotencial común para todos los componentes metálicos no energizados del sistema de telecomunicaciones. además de lo anterior deberá:

- Proporcionar una referencia común de potencial eléctrico para todos los racks, bandejas metálicas y canalizaciones.
- Minimizar las diferencias de potencial y la interferencia electromagnética (EMI).
- Asegurar una ruta continua de baja impedancia hacia tierra.

10.1.COMPONENTES Y CONEXIONES

➤ Punto cero de conexión directa a tierra:

Se asume un electrodo de puesta a tierra compuesto por dos varillas de cobre separadas 2,4 m, interconectadas con conductor de cobre desnudo calibre mínimo 6 AWG o la malla a tierra que disponga el edificio del módulo 2, lugar donde estará ubicado el cuarto de telecomunicaciones que aloja el TMGB.

➤ BCT (Bonding Conductor to Grounding Electrode System)

- Conductor de cobre aislado 4 AWG (THHN), canalizado en tubería PVC de 3/4".
- Longitud estimada: 10 m desde el sistema de varillas hasta el TMGB.
- Para una distancia de hasta 10 m entre TMGB y sistema de varillas, con doble electrodo, se recomienda mínimo 4 AWG en cobre.

➤ TMGB (Telecommunications Main Grounding Busbar)

- Barra de cobre electrolítico de 6 mm x 100 mm x 600 mm.
- Ubicada en el MDF, soportada con aisladores y conectada al BCT.

➤ TBB (Telecommunications Bonding Backbone)

- Longitud total: 178.2 m (ida y retorno hasta M6B).
- Instalado en tubería PVC de 2".
- **Cálculo:** Según ANSI/TIA-607-E, el calibre mínimo del conductor TBB depende de la longitud del tramo más largo, según la siguiente tabla:

Longitud del TBB (m)	Calibre mínimo (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 No. 18 - Cálculo de calibre de cable tierra

Dado que el recorrido total es de 89.1 m (MDF hasta M6B) x 2 = **178.2 m**, el calibre requerido es **3/0 AWG**. (THHN).

➤ TGB (Telecommunications Grounding Busbar)

- Barras de cobre de 6 mm x 50 mm x 300 mm.
- Una instalada en cada IDF y en los cuartos M6A y M6B.

➤ TEBC (Telecommunications Equipment Bonding Conductor)

- Conectores independientes de cobre aislado 6 AWG (THHN).
- Conectan racks y bandejas metálicas a la TGB correspondiente.
- Canalizados en tubería PVC de 3/4".
- Conforme a ANSI/TIA-607-E, para trayectos internos o menores a 20 m entre TGB y racks/bandejas, se permite conductor mínimo 6 AWG.

10.2. CÁLCULO DE LLENADO DE TUBERÍAS

Tipo de Tubería	Conductor(es)	Calibre	Ocupación Estimada	Cumple
PVC 3/4"	1 x BCT	4 AWG	15.6%	Sí
PVC 2"	2 x TBB (ida y retorno)	3/0 AWG	28.5%	Sí
PVC 3/4"	1 x TEBC por trayecto (rack/bandeja)	6 AWG	12.5%	Sí

Tabla No. 19 - Cálculo de llenado tubería sistema de tierra.

Nota: Todos los materiales deberán cumplir con RETIE y tener certificación de baja flamabilidad (LSZH o THHN según corresponda). Además, el constructor deberá dejar plasmado en los planos "as built" el recorrido final de las tuberías y cableado del sistema de puesta a tierra, incluyendo puntos de conexión, identificadores, y posiciones de cada TGB.

11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

11.1. CABLEADO HORIZONTAL

El cableado horizontal constituye la infraestructura que conecta el área de trabajo con el cuarto de telecomunicaciones en cada piso. Este sistema debe cumplir con los estándares de las normas indicadas en el capítulo 3 de este documento.

➤ Cable UTP Categoría 6A:

- Tipo de cable: Par trenzado con blindaje general de lámina (F/UTP)
- Categoría: 6ª
- Frecuencia de operación: Hasta 500 MHz
- Velocidad de transmisión: 10 Gigabits por segundo (10GBASE-T)
- Conductor: Cobre sólido 100%
- Calibre del conductor: 23 AWG
- Aislamiento del conductor: Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Chaqueta exterior: Compuesto LSZH (Low Smoke Zero Halogen)
- Color de la chaqueta: Gris
- Longitud: 305 metros
- Normas y certificaciones: ISO/IEC 11801, ANSI/TIA-568-C.2, YD/T1019, UL444, UL1581, UL1666

Requisitos adicionales:

- El cable debe ser de un solo fabricante para garantizar la compatibilidad y el rendimiento óptimo del sistema.
- Se debe proporcionar documentación que certifique el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas mencionadas.

11.2. CABLEADO VERTICAL (BACKBONE) Y HORIZONTAL MODULO 6, MODULO 7 Y MODULO 8

El cableado vertical conecta los cuartos de telecomunicaciones de cada piso con el cuarto de equipos principal.

➤ Cable FTP Categoría 6A para Entorno Exterior:

- Tipo de cable: Par trenzado con pantalla general (FTP), Categoría 6A, de cuatro pares.
- Conductor: Cobre sólido, calibre 23 AWG.
- Aislamiento: Polietileno de alta densidad (HDPE).
- Cubierta exterior: Polietileno (PE) resistente a la intemperie, adecuada para aplicaciones exteriores.
- Diámetro exterior: Aproximadamente 7.4 ± 0.5 mm.
- Frecuencia de operación: Hasta 500 MHz.
- Impedancia característica: 100 ± 15 ohmios.
- Temperatura de instalación: De -30°C a $+50^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura de operación: Hasta 75°C .
- Normativas y estándares: Cumple con ISO/IEC 11801, TIA-568-C.2, YD/T1019, UL444, UL1581, UL1666.
- Aplicaciones recomendadas: Adecuado para entornos ruidosos, VoIP, ISDN, video analógico y de datos, ATM, 10GBASE-T, entre otros.
- Pruebas de fábrica: Cada cable es probado para verificar la pérdida de inserción, pérdida de retorno, diafonía de extremo cercano (NEXT) y diafonía de extremo lejano (FEXT).

Requisitos adicionales:

- El cable debe ser de un solo fabricante para garantizar la compatibilidad y el rendimiento óptimo del sistema.
- Se debe proporcionar documentación que certifique el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas mencionadas.

11.3. PANELES DE PARCHEO (PATCH PANELS)

Los paneles de parcheo permiten la interconexión ordenada y flexible de los cables de red en los cuartos de telecomunicaciones.

➤ Panel de Parcheo Categoría 6A:

Los Patch Panel son dispositivo pasivo utilizado para la organización, terminación y administración del cableado estructurado en un sistema de telecomunicaciones. Permite interconectar y etiquetar de forma ordenada los cables provenientes de las áreas de trabajo hacia los equipos activos instalados en los racks, facilitando la gestión, el mantenimiento y futuras ampliaciones del sistema.

Especificaciones Técnicas:

- Tipo: Panel de conexión modular para cableado estructurado.

- Montaje: Diseñado para instalación horizontal en racks estándar de 19 pulgadas, ocupando 1U de altura.
- Cantidad de puertos: 24 puertos RJ45 Keystone.
- Compatibilidad: Compatible con jacks Keystone blindados categoría 6A y conectores de cobre F/UTP.
- Aplicaciones: Soporta aplicaciones 10GBASE-T Ethernet, 1000BASE-T (Gigabit Ethernet), 100BASE-TX, 100BASE-T y 100VG-AnyLAN.
- Frecuencia de operación: Hasta 500 MHz.
- Tipo de conexión trasera: IDC 110 o similar, compatible con cables de calibre 22-26 AWG.
- Esquema de cableado: Compatible con T568A y T568B.
- Corriente de operación: 1.5 A.
- Resistencia de contacto: Máxima de 0.1 ohm.
- Resistencia de aislamiento: Mínima de 500 MΩ.
- Voltaje máximo: 150 VCA.
- Vida útil de inserción: ≥1000 ciclos de inserción.
- Chasis: Fabricado en acero laminado en frío con acabado en pintura electrostática negra, ofreciendo resistencia y durabilidad.
- Alojamiento: Policarbonato de alto impacto con retardante de llama, cumpliendo con UL94V-0.
- Escudo: Policarbonato (plástico).
- Conductor: Bronce fosforado con chapado en 3u-50u.
- Fuerza de retención: 89 N.
- Certificaciones: Cumple con CE y RoHS.
- Estándares: Cumple o excede las normas ISO/IEC 11801, TIA-568-C.2 y YD/T1019.
- Normas de referencia: UL444, UL1581, UL1666.
- Etiquetas: Incluye etiquetas intercambiables para fácil identificación y marcado.
- Organizador: Guía de gestión trasera de cables integrada.
- Accesorios incluidos: Kit de tornillos y tuercas jaula.
- Compatibilidad: Interoperabilidad y compatibilidad con versiones anteriores.
- Temperatura de operación: Rango de -60 °C a 80 °C.

Requisitos adicionales:

- El panel debe ser de un solo fabricante para garantizar la compatibilidad y el rendimiento óptimo del sistema.
- Se debe proporcionar documentación que certifique el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas mencionadas.

11.4. SALIDA DE INFORMACION – JACK O INFORMATION OUTLET

Las tomas de telecomunicaciones permiten la conexión de los dispositivos de usuario a la red.

➤ Jack RJ-45 Categoría 6A:

- Tipo de conector: RJ45 Keystone sin blindaje (U/UTP).
- Categoría: 6A, compatible con normas T568A/B.
- Material del alojamiento: Policarbonato de alto impacto, retardante de llama UL94V-0.
- Contactos: Bronce fosforado con chapado en oro de 3 a 50 micrones.
- Rango de temperatura operativa: -60 °C a 80 °C.
- Compatibilidad de conductores: 22-26 AWG.
- Vida útil de inserción: ≥1000 ciclos.
- Resistencia de aislamiento: 500 MΩ.
- Corriente de operación máxima: 1.5 A.
- Voltaje máximo: 150 V AC.
- Resistencia de contacto: ≤0.1 Ω.
- Fuerza de retención: 89 N.

Requisitos adicionales:

- El jack debe ser de un solo fabricante para garantizar la compatibilidad y el rendimiento óptimo del sistema.
- Se debe proporcionar documentación que certifique el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas mencionadas.
- Se permite el uso de conectores modulares RJ45 categoría 6A blindados (STP/FTP) siempre que cumplan con las mismas características técnicas mínimas especificadas para los jacks no blindados (U/UTP), tales como: compatibilidad con normas ANSI/TIA-568.2-D, frecuencia operativa de hasta 500 MHz, rango de conductores entre 22 y 26 AWG, y materiales que aseguren desempeño eléctrico equivalente.

•

11.5. RACKS Y GABINETES

Los racks y gabinetes alojan los equipos de telecomunicaciones y permiten una organización adecuada del cableado. Deben cumplir con las normativas colombianas NTC 2050 y NTC 3351.

➤ Rack de Piso para MDF:

- Formato de montaje: 19" según estándar EIA/ECA-310-E.
- Altura útil: 25 unidades (25U).

- Dimensiones externas: Altura: 1.231 mm; Ancho: 610 mm; Fondo: 1.066 mm.
- Profundidad útil: Hasta 987 mm.
- Capacidad de carga:
- Estática: 907 kg.
- Dinámica: 165 kg.
- Material: Acero laminado en frío.
- Acabado: Pintura electrostática negra resistente a la corrosión.
- Ventilación: Puertas frontal y posterior en malla metálica con microperforaciones hexagonales al 80%; ventilas en paneles laterales.
- Movilidad: Equipado con ruedas y niveladores para ajuste en superficies irregulares.
- Certificaciones: UL-2416, ISO 9001.
- Cumplimiento de estándares: EIA/ECA-310-E, IEC 297-2, PCI DSS.
- Clasificación IP: IP-20.
- Garantía: 5 años.

➤ Racks Murales para IDF 9U

- Formato de montaje: 19" según estándar EIA/ECA-310-E.
- Altura útil: 9 unidades (9U).
- Dimensiones externas: Altura: 462 mm; Ancho: 525 mm; Fondo: 590 mm.
- Profundidad útil: 482 mm.
- Capacidad de carga estática: 32 kg.
- Material: Acero laminado en frío.
- Acabado: Pintura electrostática negra resistente a la corrosión.
- Ventilación: Ranuras para ventilación forzada opcional.
- Accesibilidad: Paneles laterales desmontables con cerradura; puerta frontal con vidrio templado.
- Certificaciones: UL-2416, ISO 9001.
- Cumplimiento de estándares: EIA/ECA-310-E, IEC 297-2, PCI DSS.
- Clasificación IP: IP-20.
- Garantía: 5 años.

➤ Racks Murales para IDF 11U

- Altura útil: 11U.
- Formato de montaje: 19" según estándar EIA/ECA-310-E.
- Dimensiones externas: Altura: 551 mm; Ancho: 525 mm; Fondo: 590 mm.
- Profundidad útil: 482 mm.
- Capacidad de carga estática: 41 kg.
- Material: Acero laminado en frío.

- Acabado: Pintura electrostática negra resistente a la corrosión.
- Puerta frontal: Vidrio de seguridad de 4 mm con marco metálico y microperforaciones para ventilación; incluye cerradura de seguridad.
- Acceso posterior: Sistema abatible que permite el acceso a la parte trasera del gabinete sin necesidad de desmontarlo de la pared.
- Ventilación: Ranuras para ventilación natural y opción para instalación de ventilación forzada.
- Accesibilidad: Paneles laterales desmontables para facilitar la instalación y mantenimiento de equipos.
- Certificaciones: UL-2416, ISO 9001.
- Cumplimiento de estándares: EIA/ECA-310-E, IEC 297-2, PCI DSS.
- Clasificación IP: IP-20.
- Garantía mínima: 5 año.

Requisitos adicionales de los racks MDF e IDF:

- Los racks deben permitir instalación de equipos de red, organizadores horizontales, regletas PDU y kits de puesta a tierra.
- El rack debe ser de un solo fabricante para garantizar compatibilidad y rendimiento óptimo.
- Se debe proporcionar documentación que certifique cumplimiento normativo y técnico.
- Todos los racks deben garantizar ventilación adecuada y la posibilidad de instalación de accesorios de ventilación forzada si se requiere.

11.6. BANDEJA PORTA CABLE TIPO MALLA

Las bandejas tipo malla son un componente esencial del sistema de canalización horizontal para el soporte y guía del cableado estructurado en la Escuela Normal Superior de Mompox. La instalación de las bandejas debe cumplir con lo dispuesto en la NTC 2050, la Norma Técnica Colombiana para instalaciones eléctricas, así como con la normativa internacional NEMA VE1 y los lineamientos de la normatividad indicada en el capítulo 3 de este documento.

Requisitos generales:

- Las bandejas se utilizarán para conducir el cableado desde los racks hasta las salidas hacia áreas de usuario, manteniendo una adecuada organización, ventilación y evitando tensiones mecánicas sobre los cables.
- El trazado de las bandejas debe seguir recorridos horizontales y verticales claramente definidos según los planos de diseño, permitiendo inspección y mantenimiento posterior.

- Se deberán utilizar bandejas únicamente de tipo malla metálica electrosoldada.

Especificaciones técnicas:

- Tipo: Bandeja metálica tipo rejilla para conducción de cableado estructurado.
- Material: Acero laminado en frío, conformado con alambre galvanizado calibre 4.5 mm.
- Acabado superficial: Galvanizado electrolítico o galvanizado en caliente, según especificación del ambiente de instalación.
- Altura de malla: 60 mm.
- Anchos disponibles: 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm.
- Longitud estándar del tramo: 3.000 mm (± 50 mm).
- Dimensión de malla: Aprox. 100 mm x 50 mm (retícula rectangular).
- Sistema de unión: Acoples tipo click sin tornillos o mediante conectores galvanizados con continuidad eléctrica.
- Espesor del recubrimiento:
- Electrozincado: ≥ 12 micras.
- Galvanizado en caliente: conforme a ASTM A123.
- Carga admisible: Conforme a norma IEC 61537, con una deflexión máxima permitida del 1% de la luz entre soportes.
- Compatibilidad de instalación: Sujeta mediante soportes tipo brazo, colgador central o fijaciones a muro y techo, compatibles con estándares NEMA VE1 y VE2.
- Temperatura de operación: -20 °C a 90 °C continuo.
- Propiedades adicionales:
- Bordes redondeados de seguridad.
- Extremos rematados para evitar daño al cableado.
- Superficie no abrasiva compatible con cubierta LSZH.
- Normas aplicables: IEC 61537, ASTM A123 / B633, NEMA VE1, RETIE.

11.7. CANALIZACIONES (TUBERÍAS)

El sistema de canalización complementario al de bandejas portacables estará conformado por tuberías rígidas en material plástico tipo PVC conduit. Estas canalizaciones permiten proteger y guiar el cableado estructurado en los tramos verticales desde las bandejas hacia las cajas de derivación, así como en los tramos subterráneos para el backbone exterior.

Requisitos generales:

- La tubería será utilizada para:

- Derivaciones verticales hacia puntos de usuario.
- Protección del backbone de cobre en el tramo exterior enterrado (cable Direct Burial FTP Cat 6A).
- El trazado de la tubería debe minimizar las curvas y los tramos innecesarios para evitar tensiones en los conductores.
- En todas las transiciones de tubería enterrada a tubería empotrada en pared se instalarán cajas de paso de halado (según diseño Capítulo 9).
- Las uniones y conexiones deberán ser herméticas y cumplir con grado de protección IP65 en exterior.

Especificaciones técnicas tubería PVC Conduit:

- Tipo: Tubería rígida de PVC para canalización de telecomunicaciones.
- Aplicación: Canalizaciones interiores empotradas en muro o concreto y canalizaciones subterráneas directas sin tensión eléctrica.
- Color: Verde.
- Material: Cloruro de polivinilo (PVC) rígido, autoextinguible.
- Longitud por tubo: 6 metros con campana integrada.
- Diámetros nominales utilizados: 3/4", 1" y 2".
- Temperatura máxima de operación: 90 °C.
- Superficie interior: Lisa, de baja fricción, evita daños al cableado estructurado durante el tendido.
- Resistencia al impacto: Hasta 290 cm para tubería de 2", conforme a caída libre de masa de 9.1 kg.
- Compatibilidad: Exclusiva para sistemas de telecomunicaciones sin conducción de energía eléctrica.
- Normas técnicas aplicables: NTC 1630, NEMA TC-6/8, conforme a RETIE para canalizaciones de datos sin tensión.

Requisitos adicionales:

- Todos los extremos deben ser biselados para evitar daño mecánico al cableado.
- Las transiciones a cajas de derivación se harán con racores y adaptadores certificados.
- La separación mínima con respecto a otras instalaciones eléctricas debe ser conforme a NTC 2050 y RETIE.
- Se deberá prever un mínimo de un cordón guía para futuras instalaciones.

11.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS ACTIVOS

Los equipos activos de comunicaciones forman parte fundamental de la infraestructura de red de la Escuela Normal Superior de Mompox. Su diseño y selección deben garantizar un funcionamiento seguro, estable, escalable y eficiente. La adquisición de los equipos debe cumplir estrictamente con la normatividad nacional e internacional indicada en el capítulo 3.

➤ Switches de Acceso y distribución

El propósito de los switches de acceso es la interconexión del cableado horizontal proveniente de las áreas de trabajo hacia la red de distribución y backbone.

Especificaciones Técnicas:

- Puertos de acceso: 24 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps con soporte PoE/PoE+.
- Puertos uplink: 2 puertos SFP 1000BASE-X.
- Capacidad de conmutación: 52 Gbps.
- Capacidad de reenvío: 39 Mpps.
- Tabla MAC: 8,000 entradas.
- Funciones de Capa 2: VLAN IEEE 802.1Q, QoS IEEE 802.1p, Control de tormentas broadcast/multicast, Autenticación IEEE 802.1X. y Protección contra loops (Loop Guard).
- Administración: Interfaz web (GUI) y CLI y Soporte para SNMP v1/v2c/v3.
- Alimentación: 100–240 VAC, 50–60 Hz.
- Temperatura de operación: 0°C a 50°C.
- Certificaciones: CE, FCC, RoHS.
- Garantía: 3 años

➤ Switch Core (MDF)

El switch core es el corazón del sistema de red y será instalado en el rack principal del Cuarto de Equipos de Telecomunicaciones (MDF).

Especificaciones técnicas:

- Puertos de acceso: 24 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps.
- Puertos uplink: 4 puertos SFP+ 10GBASE-X.
- Capacidad de conmutación: 128 Gbps.
- Capacidad de reenvío: 95 Mpps.
- Tabla MAC: 16,000 entradas.
- Funciones de Capa 3: Enrutamiento inter-VLAN, Protocolos de enrutamiento: RIP, OSPF, rutas estáticas y VRRP o protocolo redundante equivalente.
- Funciones de seguridad: ACLs L2/L3, Autenticación IEEE 802.1X, Protección contra DoS/DDoS y Soporte para SSH, SSL, RADIUS, TACACS+.
- Administración: SNMP v1/v2c/v3, Interfaz web (GUI), CLI, RMON y Soporte para sFlow o NetFlow.
- Stacking: Soporte para apilamiento físico o virtual.
- Spanning Tree: STP, RSTP, MSTP.
- Alimentación: 100–240 VAC, 50–60 Hz.
- Temperatura de operación: 0°C a 50°C.
- Certificaciones: CE, FCC, RoHS.
- Garantía: 3 años.

➤ Router Principal

El router conecta la red interna del establecimiento hacia la red del proveedor ISP (Internet Service Provider).

Especificaciones Técnicas:

- Interfaces WAN:
 - 1 puerto SFP 1G para conexión directa a fibra óptica.
 - 1 puerto RJ45 Gigabit Ethernet.
 - Soporte para Dual-WAN (failover) para redundancia y alta disponibilidad.
- Interfaces LAN:
 - 4 puertos RJ45 10/100/1000 Mbps.
- Capacidad de conmutación: 4 Gbps.
- Capacidad de procesamiento: Soporte para hasta 200 dispositivos concurrentes sin degradación de servicio.
- Funciones de seguridad:
 - Firewall avanzado integrado.
 - IPS / IDS.
 - Filtrado de contenido y control de aplicaciones.

- Protección contra DoS / DDoS.
 - VPN: IPsec, SSL VPN, OpenVPN, L2TP / PPTP.
- Funciones de administración:
 - Gestión local y remota (Web GUI, CLI).
 - SNMP v1/v2c/v3.
 - Soporte para VLAN, QoS, IGMP.
 - Soporte para monitorización y notificación proactiva.
- Protocolos de enrutamiento:
 - RIP, OSPF, BGP (opcional), rutas estáticas.
- Alimentación: 100–240 VAC, 50–60 Hz.
- Temperatura de operación: 0°C a 50°C.
- Certificaciones: CE, FCC, RoHS.
- Garantía: 3 años.

➤ Regletas de Energía PDU

Las regletas PDU (Power Distribution Unit) deberán instalarse en los racks para proveer energía segura y distribuida a los equipos activos.

Especificaciones Técnicas:

- Tipo: Unidad de Distribución de Energía (PDU) para montaje en rack.
- Montaje: Diseñada para instalación horizontal en racks estándar de 19 pulgadas, ocupando 1U de altura.
- Material del chasis: Construcción en acero laminado en frío con acabado en pintura electrostática negra, ofreciendo resistencia y durabilidad.
- Dimensiones aproximadas: 482.6 mm (ancho) x 44.5 mm (alto) x 44.5 mm (profundidad).
- Voltaje de entrada: 120 VCA.
- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Corriente máxima soportada: 15 A.
- Tipo de enchufe de entrada: NEMA 5-15P.
- Tipo de salidas: 8 tomacorrientes NEMA 5-15R, adecuados para la mayoría de los equipos de red y servidores.
- Protección contra sobrecargas: Interruptor térmico de 15 A que actúa como protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Interruptor de encendido/apagado: Incorporado, con iluminación para indicar el estado operativo.
- Protección contra sobretensiones: Incluye supresor de picos de voltaje para proteger los equipos conectados.
- Certificaciones: Cumple con las normativas CE y RoHS, garantizando estándares de seguridad y medio ambiente.

- Accesorios incluidos: Se suministra con tornillos y tuercas tipo jaula para facilitar su montaje en el rack.
- Longitud del cable de alimentación: Aproximadamente 2 metros, permitiendo flexibilidad en la instalación dentro del rack.

➤ Requisitos generales para todos los equipos activos:

- Todos los equipos deberán ser 100% nuevos y originales de fábrica.
- El contratista deberá presentar catálogos y fichas técnicas para aprobación previa a suministro.
- Todos los equipos deben ser probados en obra y entregados en funcionamiento total.
- El fabricante o proveedor deberá garantizar servicio técnico y repuestos en Colombia.

12. CERTIFICACIÓN DEL CABLEADO

El propósito de este capítulo es establecer las condiciones mínimas que deberá cumplir el contratista para la certificación integral del sistema de cableado estructurado instalado en la Escuela Normal Superior de Mompox, conforme a lo establecido en las normas mencionadas en el capítulo 3 de este documento. La certificación garantiza que la instalación cumple con los parámetros de desempeño y calidad requeridos para garantizar el funcionamiento óptimo de la red de datos y comunicaciones.

12.1. ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN

La certificación aplicará para todos los siguientes subsistemas:

- Cableado horizontal (Cable Cat 6A UTP - LSZH con chaqueta para uso en interior).
- Cableado backbone (Cable Cat 6A FTP – PE: Chaqueta para uso en exterior).

El alcance de la certificación corresponderá exclusivamente a la prueba de enlace permanente (permanent link), conforme a lo establecido por las normas TIA/EIA-568

12.2. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

Inspección física de la instalación:

- Verificación de integridad física del cableado, conectores y terminaciones.
- Comprobación de rutas, radios de curvatura y fijación mecánica.
- Revisión del sistema de etiquetado conforme a la norma TIA/EIA-606-B.

Pruebas de desempeño (certificación de enlace permanente):

Para cada enlace, se deberá realizar al menos la siguiente batería de mediciones:

- Resistencia de conductores DC.
- Longitud total del enlace.
- Pérdida de retorno (Return Loss).
- NEXT (Near End Crosstalk).
- PSNEXT (Power Sum NEXT).
- ACR-F (Attenuation to Crosstalk Ratio - Far End).
- Retardo de propagación (Propagation Delay).
- Diferencia de retardo (Delay Skew).

Los resultados obtenidos deberán cumplir los límites definidos por las normas TIA/EIA-568.2-D o ISO/IEC 11801, según corresponda. En caso de no conformidad, el contratista deberá realizar los ajustes necesarios y repetir las pruebas sin costo adicional.

Pruebas adicionales para enlaces backbone:

- Verificación visual del apantallamiento y continuidad del blindaje.
- Confirmación de integración eléctrica al sistema de puesta a tierra del edificio.

12.3. EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos utilizados para realizar la certificación deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Contar con certificado de calibración vigente, expedido dentro de los últimos 12 meses a la fecha de ejecución de la prueba.
- Permitir la ejecución de pruebas de enlace permanente conforme a TIA/EIA-568.2-D.
- Capacidad para almacenar los resultados en formato electrónico, legibles y auditables por parte de la interventoría.

12.4. DOCUMENTACIÓN DE ENTREGA

El contratista deberá entregar como parte del cierre del proyecto:

- Reporte impreso y digital de todas las mediciones realizadas, por cada punto de red.
- Planos actualizados “as built” donde se indiquen las rutas y numeración de cada enlace.
- Declaración formal del instalador certificando que la red cumple los requerimientos de prueba.
- Certificado de garantía del sistema por un mínimo de 1 año.

13. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO

El propósito de este capítulo es establecer un sistema jerárquico y estructurado de identificación y etiquetado para los elementos del sistema de cableado estructurado del proyecto, cumpliendo los lineamientos de la norma ANSI/TIA-606-D, garantizando trazabilidad, unicidad y correspondencia con los planos “as built”, la documentación técnica y el sistema digital de registro.

13.1. CRITERIOS GENERALES

- Toda la infraestructura de telecomunicaciones será etiquetada con identificadores únicos, impresos sobre etiquetas industriales resistentes a humedad, calor, UV y abrasión.
- Las etiquetas deben ser legibles a mínimo 30 cm y aplicadas en ambos extremos del cable.
- Todo cable horizontal debe tener el mismo identificador que su punto de terminación (outlet).
- Las estructuras de codificación deben reflejar la ubicación física (edificio, piso, sala o rack) y el tipo de componente al que pertenecen.
- Para los enlaces backbone, si la distancia supera los 20 metros, se colocará una etiqueta intermedia visible.
- Toda codificación debe coincidir con el sistema documental del proyecto.

13.2. ESTRUCTURA DE IDENTIFICACIÓN POR TIPO DE ELEMENTO

A continuación, se presentan los formatos de identificación aplicados a cada tipo de elemento del sistema de cableado estructurado, cumpliendo con los requisitos de la norma ANSI/TIA-606-D.

Tipo de Elemento	Formato	Ejemplo
Rack	MODx-PISO[TR]-RACK[NN]	MOD2-2TR-RACK01
Patch Panel	[RACK]-PP[NN]	MOD2-2TR-RACK01-PP01
Outlet / Cable Horizontal	[RACK]-PP[NN]-P[XX]	MOD2-2TR-RACK01-PP01-P06
Cable Backbone	[RACK1]/[RACK2]-CB[NN]	MOD2-2TR-RACK01/MOD4-1-RACK01-CB01
Switch / Router	[RACK]-[EQUIPO]-NN	MOD3-2-RACK01-SWACC-01
Patch Cord	[RACK]-PC[NN]	MOD5-1-RACK01-PC01
Bandeja	MODx-BAND-NN	MOD2-BAND-05
Tubería	TUB-[RACK]-[DESTINO]	TUB-MOD1-1-RACK01/PP01-P01
Registro	REG-NN	REG-07

Tabla No. 20 - Taxonomía de identificación de elementos y equipos

13.3. RESPONSABILIDADES DE DOCUMENTACIÓN

El instalador deberá entregar junto con la obra final:

- Plano general de infraestructura actualizado “as built”, con codificación final de todos los elementos instalados.
- Base de datos en formato Excel o software equivalente con:
 - Relación de códigos y descripción de cada elemento.
 - Localización física detallada.
 - Fotos de evidencias de cada rack y distribución.
- Reporte de certificación y pruebas del sistema.
- Manual de operación y mantenimiento para el administrador de red.

La documentación deberá permitir a futuro cualquier ampliación, traslado o mantenimiento sin pérdida de trazabilidad del sistema.

13.4. ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO

El administrador de red de la institución será responsable de:

- Actualizar la documentación cada vez que se realicen movimientos o ampliaciones del sistema.
- Mantener el sistema de codificación vigente y coherente con los planos.
- Garantizar la existencia de copias físicas y digitales del sistema de administración.

El incumplimiento de estas prácticas puede llevar a la pérdida de control y trazabilidad de la infraestructura de red.

ANEXO 1 – LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS

ANEXO 2 – PLANOS

ANEXO 3 – LISTA DE TAGS