

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA
INFRAESTRUCTURAS DE REDES Y SISTEMAS
FISICOS DE COMUNICACIÓN
NCE-UGR 3.0
UNIVERSIDAD DE GRANADA

LICENCIA

Esta obra es propiedad de la Universidad de Granada. El contenido de esta normativa técnica está sujeto a una licencia de **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)** de Creative Commons.

Usted es libre de compartir y adaptar el material, siempre que reconozca la autoría (Universidad de Granada - Servicio de Redes y Comunicaciones), no lo utilice con fines comerciales y difunda sus contribuciones bajo la misma licencia.

Para consultar las condiciones completas de la licencia, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



ÍNDICE

1. Introducción -----	4
1.1 Antecedentes -----	4
1.2. Objeto y ámbito de aplicación -----	5
1.3. Vigencia -----	5
1.4. Marco de Gestión -----	6
2. Normas Generales y Estándares -----	6
3. Subsistema de Cobre (Horizontal) -----	8
3.1 Rendimiento y categoría -----	9
3.2 Materiales y especificaciones técnicas -----	10
3.4 Armarios de comunicaciones -----	11
3.4 Prácticas de instalación y terminación -----	12
3.5 Gestión de residuos y reutilización de materiales -----	14
4. Subsistema de Fibra óptica (Backbone) -----	15
4.1 Rendimiento y categoría -----	16
4.2 Materiales y especificaciones técnicas -----	17
4.3 Prácticas de instalación y terminación -----	19
5. Espacios de telecomunicaciones y cuartos técnicos -----	22
5.1. Dimensiones mínimas y ubicación -----	22
5.2. Seguridad física, protección pasiva y climatización -----	22
6. Documentación as-built y entrega del proyecto -----	24
6.1. Documentación Cartográfica y Descriptiva -----	24
6.2. Certificación del Subsistema de Cobre -----	24
6.3. Certificación del Subsistema de Fibra Óptica -----	25
7. Régimen de acceso y operación de infraestructura por terceros -----	26
7.1. Protocolo de Inicio de Trabajos -----	26
7.2. Estándares de Instalación en Infraestructura Compartida -----	26
7.3. Ubicación de Equipos en Racks Compartidos -----	28



8. Infraestructuras de red para servicios “Smart Campus”-----	29
8.1. Arquitectura de red y segmentación -----	29
8.2. Seguridad física y normativa -----	29
8.3. Documentación y certificación -----	30
9. Anexos -----	31
9.1. Materiales-----	31
9.2. Protocolo de actuación frente a rotura/avería en cable de fibra (Backbone/MAN/WAN)-----	35
FIN DEL DOCUMENTO -----	38



1. Introducción

1.1 Antecedentes

La presente Instrucción se dicta en el ejercicio de las funciones del Servicio de Redes y Comunicaciones, en adelante SRC, del Centro de Servicios de Informática y Redes de Comunicación de la Universidad de Granada, en adelante CSIRC, para la gestión técnica, soporte y asesoramiento que le son atribuidas según el Título VI de los Estatutos de la Universidad de Granada (Decreto 231/2011, de 12 de julio), en el ámbito de las infraestructuras de redes y sistemas físicos de comunicación.

En virtud del Artículo 176 de los citados Estatutos, corresponde a su personal, entre otras, la asistencia y ejercicio de la gestión técnica necesaria para el cumplimiento de los fines de la Universidad. Asimismo, atendiendo a los principios de jerarquía y eficacia administrativa recogidos en el Artículo 182, y en cumplimiento de la responsabilidad de conservación y correcto uso del patrimonio e infraestructuras de la institución (Artículo 191), este Servicio establece las siguientes especificaciones técnicas de obligado cumplimiento.

Las instrucciones reflejadas en este documento tienen como finalidad garantizar la interoperabilidad, compatibilidad, seguridad, integridad y estabilidad de las infraestructuras de Redes y Comunicaciones de la Universidad de Granada. Sus especificaciones son de aplicación vinculante en los procesos administrativos universitarios relacionados con la red física o lógica de la Universidad de Granada. Este Servicio se reserva la facultad de supervisión y denegación de acceso para asegurar la continuidad del servicio público, conforme a lo establecido en el Real Decreto 311/2022 sobre protección de activos esenciales

Adicionalmente, el presente documento Técnico de los Sistemas de Telecomunicación implicados en las Infraestructuras Físicas de Redes y Comunicaciones (NCE-UGR3.0) emana del compromiso de la Universidad de Granada con la excelencia tecnológica y la sostenibilidad, alineándose con los siguientes ejes estratégicos institucionales:



- **Plan Estratégico UGR 2031:** Desarrollo de infraestructuras avanzadas para soportar la Transformación Digital, IA, *Cloud Computing* e IoT.
- **Plan de Transformación Digital 2025-2027:** Se alinea específicamente con el objetivo OE2.4 (Infraestructura y Servicios TIC), que mandata el despliegue de nueva infraestructura para garantizar el funcionamiento de la investigación, docencia y gestión, así como con el hito H10 para el diseño de un plan multianual de inversiones en infraestructuras TIC.
- **Estrategia Smart Campus:** Bases físicas para la sensorización y gestión inteligente de los espacios universitarios.

1.2. Objeto y ámbito de aplicación

El objeto de esta instrucción es definir los requisitos técnicos para el diseño, instalación y certificación de los sistemas que dan soporte a las infraestructuras de telecomunicaciones, cableado de cobre, fibra óptica, envolventes y sistemas auxiliares, en todos los campus de la Universidad de Granada (Granada, Ceuta y Melilla), así como en sus redes metropolitanas.

La infraestructura pasiva se considera un activo estratégico de larga duración. Por ello, esta revisión 3.0 (NCE-UGR Rev 3.0) eleva los estándares de rendimiento para garantizar una vida útil de al menos 20 años, soportando velocidades de no menos de 400 Gbps en el backbone y capacidades de alimentación PoE++ de alta potencia.

1.3. Vigencia

La entrada en vigor de la presente instrucción NCE-UGR 3.0, anula y sustituye de forma íntegra cualquier documento e instrucción técnica de infraestructura física de red publicada con anterioridad al 1 de marzo de 2026, incluyendo específicamente la versión *NCE-UGR Rev. 2.8*.

1.4. Marco de Gestión

El Servicio de Redes y Comunicaciones requerirá con carácter previo a la realización de cualquier modificación en la red informática física o despliegue de electrónica activa asociada, un documento de necesidades y requerimientos técnicos y de servicio por el promotor de la actuación, tras lo cual elevará un informe preceptivo que contemple el cumplimiento los requerimientos de gestión perseguidos.

Este marco de gestión garantiza y está en consonancia con el Plan de Transformación Digital de la Universidad, en donde el diseño de toda infraestructura física deberá integrar de origen los principios de seguridad y robustez necesarios para garantizar la protección de los activos esenciales. Esta configuración asegurará la integridad y disponibilidad de la red desde su nivel más básico, cumpliendo con los estándares normativos vigentes en materia de seguridad y fiabilidad requeridos para la prestación de servicios públicos a través de medios digitales.

2. Normas Generales y Estándares

Todo lo que implique a los sistemas de telecomunicación y soporte de las infraestructuras físicas de redes y comunicaciones debe garantizar la compatibilidad e integración con los servicios existentes en UGR como la red de datos, VoIP, videoconferencia, redes inalámbricas, VPN, doble factor de autenticación, entre otros. La planificación, manipulación, instalación, certificación y documentación de toda infraestructura de red en la Universidad de Granada deberá cumplir estrictamente con las versiones vigentes de las siguientes normativas, o aquellas que las sustituyan en el futuro a la fecha en la que se aborde una actuación concreta amparada por el presente documento:

- **Serie UNE-EN 50173:2018 (Partes 1 a 6):** Estándar europeo de referencia para sistemas de cableado estructurado.
- **UNE-EN 50173-10:2025:** Referencia obligatoria para despliegues de Single Pair Ethernet (SPE) en infraestructuras de IoT y sensores de baja potencia.
- **UNE-EN 50174** Instalación del cableado.



- **ISO/IEC 11801-1:2017:** Requisitos generales para cableado de telecomunicaciones en las instalaciones del cliente.
- **ISO/IEC 11801-6:** Recomendaciones para cableado estructurado por techo.
- **ANSI/TIA-568.2-E:** publicada en octubre de 2024, es el estándar actualizado para cableado de par trenzado balanceado de 100 ohmios (categorías 5e, 6, 6A y 8).
- **TIA 4966-A:** Recomendaciones de instalaciones educativas.
- **Orden de 2 de junio de 2017 de la Junta de Andalucía:** Referencia sobre el diseño e implementación de infraestructuras de cableado y redes informáticas.
- **UNE-EN 50174-1/2/3:2011:** Normativa europea y española de referencia para la planificación, instalación y aseguramiento de la calidad en cableado estructurado (cobre y fibra). Define los requisitos técnicos, prácticas de instalación y distancias mínimas de seguridad para evitar interferencias, garantizando el correcto funcionamiento de las redes.
- **Ley 11/2022, General de Telecomunicaciones.**
- **UNE 133100:** Serie de normas que describe cómo deben ser las infraestructuras para telecomunicaciones (canalizaciones, arquetas y cámaras de registro). UNE 133100-7 norma que regula la instalación de puntos de acceso inalámbricos para pequeñas áreas en mobiliario urbano público existente en el exterior.
- **CPR (Reglamento de Productos de Construcción)** según EN 50575.
- **Recomendación UIT-T.25** norma desarrollada por el sector de normalización de las telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, que trata sobre el mantenimiento de redes de cables de fibra óptica.
- **UNE-EN 124 y UNE 133100:** sobre la calidad de los materiales y la resistencia de las tapas de arquetas de telecomunicaciones.

3. Subsistema de Cobre (Horizontal)

El subsistema de cableado horizontal comprende el conjunto de infraestructuras que se extienden desde el distribuidor de planta (Rack) hasta la toma de equipo en el área de trabajo (Roseta). Este componente es crítico para la capilaridad de la red de la Universidad de Granada, ya que debe soportar una densidad creciente de dispositivos IoT, puntos de acceso Wi-Fi de alto rendimiento y puestos de trabajo avanzados.

El diseño y ejecución de este subsistema bajo la presente instrucción NCE-UGR 3.0 debe conseguir los tres objetivos fundamentales siguientes:

1. **Garantía de Rendimiento:** Asegurar que la infraestructura física no sea un cuello de botella para las tecnologías actuales y futuras (como 10GBASE-T), cumpliendo estrictamente con los parámetros de transmisión (NEXT, Insertion Loss, Return Loss) definidos en los estándares y normativas nacionales e internacionales.
2. **Soporte de Alimentación Remota (PoE):** Optimizar la disipación térmica y la integridad del conductor para garantizar una entrega de energía segura y eficiente bajo el estándar PoE++ (Type 4), fundamental para la nueva generación de infraestructura activa de la Universidad.
3. **Flexibilidad y Escalabilidad:** Permitir una gestión ágil de los activos de red mediante un sistema de parcheo ordenado y una arquitectura que facilite tanto el mantenimiento preventivo como la resolución de incidencias en capa física.

Cualquier despliegue en este subsistema deberá integrarse de forma armonizada con el cableado existente, respetando los criterios de convivencia de categorías y las distancias de segregación eléctrica detalladas a continuación para minimizar las interferencias electromagnéticas (EMI).

3.1 Rendimiento y categoría

El sistema de cableado de cobre deberá diseñarse para ofrecer el máximo rendimiento y longevidad, siguiendo estas directrices de categorización:

- **Estándar de Nueva Implantación:** Con carácter general, todo nuevo despliegue, gran reforma o ampliación deberá cumplir estrictamente con los requisitos de la Categoría 6A (Clase EA) según las normas ISO/IEC 11801 y UNE-EN 50173.
- **Coexistencia con Categoría 6:** Se reconoce la validez y coexistencia de la Categoría 6 (Clase E) en los siguientes escenarios específicos:
 - o **Conexiones Agrupadas:** En despliegues de alta densidad donde se requiera optimizar el espacio en canalizaciones o mazos de cables.
 - o **Restricciones Técnicas:** En edificios o infraestructuras donde, por razones arquitectónicas o saturación demostrada de conductos, el SRC determine que la instalación de Cat 6A no es viable.
 - o **Mantenimiento de Instalaciones Existentes:** En intervenciones puntuales sobre redes ya operativas de Categoría 6 para mantener la homogeneidad del canal.

Importante: En el caso de que plantearse una instalación de sistemas de CAT 6 frente a CAT 6A, ésta se propondrá al Servicio de Redes y Comunicaciones (SRC), el cual, previo análisis de la documentación de la actuación correspondiente podrá autorizar o denegar tal motivo, y en todo caso de manera expresa.

En ningún caso se autoriza el despliegue de categorías inferiores a la Categoría 6, debiendo garantizarse siempre que todos los componentes (enlaces permanentes y canales) cumplan con los estándares de certificación vigentes y sean homogéneos en cuanto a solución de mercado propuesta e instalada de extremo a extremo.



3.2 Materiales y especificaciones técnicas

Todos los elementos pasivos (cable, paneles, conectores y latiguillos) deben ser de la misma categoría y marca para garantizar la certificación del canal.

- **Blindaje:** Tras informe preceptivo de SRC, se empleará cableado apantallado definido (U/FTP o F/UTP) para minimizar el Alien Crosstalk y garantizar la disipación térmica necesaria para servicios PoE++ (hasta 90W) según IEEE 802.3bt.
- **Calibre del Conductor (AWG):** A continuación, se establece el AWG (American Wire Gauge) para cableado Cat6 y Cat6A en tendidos de cableado estructurado y cable de usuario. La utilización de cable con menor calibre queda supeditada a autorización expresa de SRC.
- **Proyectos Cat 6A:** Calibre mínimo de 23 AWG para cableado estructurado y latiguillos de usuario.
- **Proyectos Cat 6:** Calibre mínimo de 24 AWG para cableado estructurado y latiguillos de usuario. El uso de calibres más finos (como el 28 AWG) queda restringido exclusivamente a cordones de parcheado específicos para mejorar el flujo de aire en racks de alta densidad, y siempre bajo autorización expresa y previa de SRC.
- **Calidad y Seguridad:** Los conductores serán de cobre multifilar de alta pureza; queda prohibido el uso de *Copper Clad Aluminium* (CCA). Los latiguillos serán de fabricación industrial (no manual) con bota protectora (*snagless*). La cubierta exterior será obligatoriamente **LSZH** y clasificación CPR mínima Cca-s1b, d1, a1.
- **Longitudes:** Se estandariza el uso de medidas normalizadas (0.3m, 0.5m, 1m, 2m, 3m y 5m). En el parcheado de racks de alta densidad, se priorizarán las longitudes cortas para mejorar el flujo de aire y la eficiencia térmica de la electrónica activa. La suma total de longitudes de los latiguillos (extremo de rack + extremo de usuario) de cada canal no excederá los 10 metros establecidos por la norma UNE-EN 50173-1.

3.4 Armarios de comunicaciones

Este apartado define los requisitos técnicos para los nodos de concentración de red, garantizando que los armarios (racks) no solo actúen como soporte físico, sino como entornos controlados que aseguren la alta disponibilidad, la seguridad física y la eficiencia térmica de la electrónica activa de la Universidad de Granada.

3.4.1. Especificaciones de los armarios

- **Dimensiones y Accesibilidad:** Los armarios serán de 19 pulgadas y tendrán una profundidad mínima de 800 mm para garantizar el flujo de aire y el espacio de maniobra de la electrónica moderna. Los racks centrales deben dejar al menos 25U libres tras la instalación.
- **Espacio Libre de Mantenimiento:** Los armarios deberán instalarse dejando un espacio libre de al menos 80 cm en sus partes frontal y posterior, y un mínimo de 50 cm en uno de sus laterales para permitir labores de mantenimiento.
- **Ubicaciones Empotradas:** Queda desaconsejada la instalación en armarios empotrados. En caso de ser inevitable, el recinto deberá contar con ventilación forzada o rejillas de gran formato en las partes superior e inferior para evitar bolsas de calor.
- **Seguridad Física:** Todos los armarios dispondrán de paneles laterales desmontables con cerradura y puerta frontal de cristal templado o microperforada (según determine SRC en función de la carga térmica).

La variación de algunas de las prestaciones y características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

3.4.2. Instalación Eléctrica y Protección

- **Cuadro de Protección:** Cada armario contará con una línea eléctrica independiente desde el cuadro de planta, protegida por un magnetotérmico individual.
- **Unidades de Distribución de Energía (PDU):** Se instalarán paneles de alimentación de 19" con interruptor luminoso protegido.



- **Puesta a Tierra:** Es obligatorio que todos los racks estén conectados a la red de tierra del edificio mediante un conductor de sección adecuada, asegurando la continuidad eléctrica en todas sus partes metálicas (puertas y paneles).

3.4.3. Distribución en el rack y etiquetado

Se indica el modelo de la distribución lógica a desplegar dentro de un rack de infraestructura:

- Dejar al principio del rack 2U (2 unidades) iniciales libres.
- A continuación, se situará dos paneles de parcheo de 24 puertos de cobre (o unidad pertinente).
- Dejar después 3 U libres (para electrónica).
- Repetir el esquema: 2 paneles de parcheo de 24 puertos + 3 U libres.

El etiquetado de todas las tomas de red debe de ser el siguiente:

R0 <rack de comunicaciones>.0 <planta tercera>.n <número de toma>

En el rack se deben instalar dos líneas de corriente, una para al SAI y otra no estabilizada con sus correspondientes regletas schuko colocadas en la parte baja posterior.

La variación de algunas de las prestaciones y características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

3.4 Prácticas de instalación y terminación

Se describen a continuación prácticas de instalación que se requieren para garantizar la calidad exigida.

- **Conexionado:** Se mantendrá el trenzado de los pares hasta el punto de contacto. El desfibrado máximo de la cubierta será de 20 mm en rosetas y 30 mm en paneles, limitando el destrenzado de los pares a un máximo de 6 mm. Se empleará la Norma T568B y sistemas de fijación preferentemente tool-less.
- **Canalizaciones:** Se contemplará un coeficiente de previsión de 1.5 en horizontal y 2.0 en vertical. El trazado utilizará accesorios normalizados en curvas e intersecciones; no se aceptarán cortes ni irregularidades en bandejas o tubos.



- **Segregación de Servicios y Canalizaciones EMI (UNE-EN 50174-2):** Para evitar interferencias electromagnéticas (EMI) y cumplir con la norma UNE-EN 50174-2, se establecen las siguientes distancias mínimas de separación:
 - Circuitos de Potencia < 5kVA y Luminarias: Mínimo 30 cm.
 - Circuitos de Potencia > 5kVA: Mínimo 60 cm.
 - Motores y Transformadores: Mínimo 100 cm.
- Las tomas RJ-45 de pared distarán al menos 15 cm de las bases de corriente y se instalarán en bastidores independientes.
- **Capacitación técnica:** La empresa instaladora debe acreditar el título de integrador homologado de infraestructuras o sistemas de telecomunicaciones por un tercero independiente (ej. Commscope, Excel, Leviton, Panduit o Corning). La aptitud final de dicha certificación para abordar actuaciones sobre las infraestructuras de redes y comunicaciones de la Universidad de Granada será determinada por el CSIRC, a través de SRC.

Nota: Estas distancias podrán reducirse en un 50% si existe una separación física mediante tabiques metálicos conectados a tierra o si se utiliza cableado blindado de Categoría 6A, siempre bajo supervisión del SRC.



3.5 Gestión de residuos y reutilización de materiales

Siempre se cumplirá el Real Decreto 110/2015 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Retirada de cableado de cobre y material pasivo:

Todo el cableado de cobre (par trenzado, latiguillos, acometidas) que quede fuera de servicio tras el despliegue de la nueva red deberá ser retirado de las canalizaciones para evitar la saturación de estas y minimizar la carga de fuego.

Antes de la retirada, se realizará una identificación por los técnicos de SRC y se confirmará que el cableado no presta servicio a sistemas críticos (alarmas, telefonía analógica residual o sensores), y no tiene afectaciones de otra índole.

Se cumplirá todo lo relativo al tratamiento de residuos de las infraestructuras recicladas. Se contemplará como requisito la limpieza de las canalizaciones tras la cual se certificará como mejor corresponda en cada caso.

Retirada de cableado de cobre y material pasivo:

Los elementos pasivos (racks antiguos, paneles de parcheo en buen estado), serán puestos a disposición de la Universidad para su posible reutilización en entornos de laboratorio o formación, previa limpieza y etiquetado.

4. Subsistema de Fibra óptica (Backbone)

El subsistema de fibra óptica constituye la columna vertebral de la red de la Universidad de Granada. Su misión principal es garantizar la interconexión de alta capacidad y velocidad entre los nodos críticos (CPD, RITP y RITS), bajo un diseño orientado a la tolerancia a fallos y la alta disponibilidad de los servicios académicos y administrativos. Bajo la instrucción NCE-UGR 3.0, el despliegue de fibra óptica se rige por los siguientes pilares estratégicos:

- ✓ **Alta Disponibilidad y Redundancia de Caminos:** El diseño de la red debe priorizar topologías de anillo o malla que permitan la redundancia de rutas físicas. Todo nodo crítico deberá disponer, siempre que la infraestructura lo permita, de al menos dos caminos de fibra físicamente diversificados (rutas disjuntas) para asegurar que un corte accidental en un tramo no suponga la caída del servicio.
- ✓ **Ultracapacidad y Escalabilidad:** Se estandariza el uso de fibras monomodo de última generación (OS2) preparadas para velocidades de 100G, 400G y superiores. La infraestructura debe dimensionarse con un excedente de hilos suficiente para absorber el crecimiento del tráfico de investigación y la computación de alto rendimiento sin necesidad de nuevos tendidos.
- ✓ **Seguridad Física y Confinamiento:** Dada la criticidad de estos enlaces, la normativa endurece los requisitos de protección en canalizaciones, el uso de mangueras con armaduras dieléctricas contra roedores y el sellado estanco en arquetas y pasamuros para proteger los activos ante contingencias ambientales o incendios.
- ✓ **Convergencia y Continuidad:** Para asegurar una recuperación rápida ante desastres, la terminación de la fibra y la gestión de excedentes en los racks deben permitir maniobras de parcheo ágiles y una identificación inequívoca de los enlaces de respaldo, facilitando la intervención del Servicio de Redes y Comunicaciones (SRC) en tiempo real.

- ✓ **Estandarización de la Terminación:** Para asegurar la interoperabilidad con la electrónica activa de la UGR (SFP+, QSFP28), se normaliza el uso de conectores de alta calidad y procesos de fusión por arco voltaico, quedando prohibidos los empalmes mecánicos en la red troncal.

Este apartado detalla las especificaciones de los materiales, los protocolos de tendido y los rigurosos procesos de certificación por reflectometría (OTDR) que toda instalación debe superar para ser autorizada por el Servicio de Redes y Comunicaciones (SRC).

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

4.1 Rendimiento y categoría

El backbone se dimensionará para soportar protocolos de 100G Ethernet y superiores, asegurando la escalabilidad y la redundancia de caminos físicos.

- **Tipología de Fibra:**
 - **Backbone de Campus (Inter-edificios):** Se utilizará exclusivamente fibra Monomodo SM- OS2 (G.652.D o superior).
 - **Backbone de Edificio y Centros de Datos:** Se empleará Monomodo OS2 como estándar (G.657). El uso de fibra Multimodo (MM) queda restringido a distancias cortas según los siguientes criterios:
 - **OM5** (Wideband Multimode): Recomendada en CPD y nodos de agregación para optimizar canales mediante SWDM (multiplexación por longitud de onda).
 - **OM4:** Permitida en racks de planta o mantenimiento de instalaciones existentes bajo validación del SRC.

Para las infraestructuras críticas de los Centros de Proceso de Datos (CPD), se establece la prioridad del uso de fibra multimodo OM5 frente a la tradicional OM4. Esta elección técnica responde a la capacidad de la fibra OM5 para soportar multiplexación por longitud de onda corta (SWDM), lo



que optimiza significativamente la densidad del cableado al permitir la transmisión de velocidades de 100G y 400G empleando un número menor de hilos de fibra. Con esta medida, no solo se garantiza la escalabilidad necesaria para el crecimiento de los servicios de computación de la Universidad, sino que también se mejora la eficiencia en la gestión del espacio y el flujo de aire dentro de los racks de alta densidad.

- **Alta Disponibilidad:** Todo diseño debe contemplar la redundancia de rutas físicas. Los edificios críticos dispondrán de doble acometida por rutas disjuntas para evitar caídas de servicio ante cortes accidentales en la vía pública o galerías.

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

4.2 Materiales y especificaciones técnicas

Los enlaces troncales y de campus se basarán en fibra monomodo OS2 o multimodo OM4/OM5 según proyecto, con cubierta LSZH, protección antirroedores y estanqueidad total. El acabado será mediante conectores de ferrule cerámico (preferentemente LC-dúplex) e inserción con empalme de fusión por arco voltaico. Para asegurar la integridad de la red troncal y la homogeneidad de la infraestructura, todos los elementos ópticos deberán ser de grado profesional, certificados por el fabricante y cumplir con las siguientes especificaciones:

4.2.1. Mangueras de Fibra Óptica

- **Seguridad frente al Fuego (CPR):** En cumplimiento con el Reglamento de Productos de Construcción, toda manguera de interior o mixta deberá tener una clasificación mínima **Cca-s1b, d1, a1** (Libre de halógenos LSZH, baja emisión de humos y nula caída de gotas inflamables).
- **Protección Mecánica (Exteriores):** Se emplearán mangueras con armadura dieléctrica de hilos de vidrio (protección estándar contra roedores) o armadura metálica de acero corrugado en zonas de especial riesgo o galerías de servicios,

siempre con bloqueo de agua mediante geles o hilos hidrófugos. La cubierta exterior debe ser resistente a la radiación ultravioleta (UV) para tramos expuestos.

4.2.2. Conectores y Adaptadores

El acabado de las fibras ópticas será con conectores de ferrule cerámico del tipo indicado por SRC en cada caso e inserción con empalme de fusión.

Cuando en el proyecto se determine el uso de conectores de cuerpo pequeño tipo **LC-Dúplex** se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **LC/UPC (Azul):** Para transmisiones de datos estándar sobre OM4 y OM5. El uso de esta opción requiere autorización expresa de SRC.
- **LC/APC (Verde):** Obligatorio para OS2.

4.2.3. Repartidores y Bandejas de Distribución

- **Gestión de Fibras:** Las bandejas de 19" serán metálicas, de extracción telescópica y con profundidad suficiente para alojar los casetes de fusión.
- **Radios de Curvatura:** Deben integrar guías interiores que aseguren que ningún pigtail o fibra sufra un radio de curvatura inferior a lo especificado para su estándar (G.657A2 para entornos de alta densidad).
- **Densidad:** Se recomienda el uso de bandejas modulares que permitan la combinación de diferentes tipos de fibra y adaptadores en una sola unidad de rack.

4.2.4. Latiguillos y Pigtails

- **Calidad del Vidrio:** Para garantizar la compatibilidad mencionada en el apartado 4.1, los latiguillos monomodo serán obligatoriamente de fibra G.657.A2 (Bend Insensitive) para minimizar pérdidas por manipulación en el parcheo.
- **Identificación:** La cubierta de los latiguillos seguirá el código de colores internacional:
 - **Amarillo:** Monomodo (OS2).
 - **Lima (Erika Violet):** Multimodo OM5.
 - **Aqua:** Multimodo OM4.

4.2.5. Elementos de Pasos y Arquetas

- **Torpedos de Empalme:** En el exterior, se utilizarán botellas de empalme con grado de protección **IP68**, con capacidad de reentrada mecánica y cierre estanco, fijadas a las paredes de la arqueta para evitar su inmersión en posibles acumulaciones de agua.

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

4.3 Prácticas de instalación y terminación

La calidad de la red troncal no depende solo de los materiales, sino de la rigurosidad en su despliegue. Un backbone mal instalado compromete el *PoE Budget* de los switches de acceso y la estabilidad de los enlaces de alta velocidad (100G+). Estas prácticas se alinean con la serie UNE-EN 50174 (1/2/3), que regula la planificación y el aseguramiento de la calidad en la instalación de cableado de telecomunicaciones. Se establecen las siguientes directrices de obligado cumplimiento:

4.3.1. Gestión del Tendido y Esfuerzo Mecánico

- **Tracción Controlada:** Durante el tendido, nunca se excederá la tensión máxima de tracción especificada por el fabricante. Se recomienda el uso de dinamómetros en tiradas largas para evitar microfisuras en el núcleo de sílice.
- **Radios de Curvatura:** Se respetará un radio de curvatura mínimo de 20 veces el diámetro exterior del cable durante la instalación, y de 10 veces una vez el cable esté en posición estática. El incumplimiento de esto derivará en pérdidas por macrocurvaturas detectables en las pruebas de OTDR.
- **Lubricación:** Se utilizarán exclusivamente lubricantes neutros compatibles con cubiertas LSZH que no degraden la protección contra roedores ni la clasificación CPR del cable.

4.3.2. Terminación por Fusión y Conectorización

- **Fusión por arco voltaico:** Todas las terminaciones se realizarán mediante fusión de pigtails utilizando fusionadoras de alineación por núcleo debidamente calibradas. Quedan terminantemente prohibidos los conectores de montaje mecánico o pegados.
- **Protección de empalme:** Cada fusión deberá protegerse con un manguito termoretractil con refuerzo de acero, alojado en peines específicos dentro de los casetes de la bandeja de fibra.
- **Pulido y limpieza:** Antes de la inserción, cada conector LC-Duplex debe ser inspeccionado microscópicamente. La presencia de polvo o aceites es la principal causa de fallos en el *Return Loss* (Pérdida de Retorno).

4.3.3. Instalación en arquetas y registros de paso

Las arquetas deben ser compatibles y homogéneas (en lo posible) con las infraestructuras universitarias existentes. En el contexto de obra civil de telecomunicaciones, esto equivale a arquetas tipos: Arqueta M, Arqueta H (o superiores como la D).

Las arquetas nuevas que se instalen en campus de la UGR deberán llevar en la tapa la rotulación en relieve con las siglas: **CSIRC – UGR**. No deben llevar ninguna otra inscripción como “telecomunicaciones” o “instalaciones”. Se considerarán los puntos siguientes:

- **Reserva Estratégica:** En cada punto de entrada a edificio, nudo de comunicaciones o arqueta de paso autorizada, se dejará obligatoriamente una reserva de seguridad de entre 6 y 10 metros de cable. Esta reserva estratégica se realizará de forma obligatoria y exclusiva en arquetas con dimensiones mínimas tipo H o superiores. No obstante, esta reserva será en cada caso validada por SRC para cada aplicación particular.

Queda prohibido el alojamiento de bucles de reserva en arquetas de 40x40 cm (salvo autorización expresa de SRC), ya que su reducido espacio compromete el radio de curvatura del cable y dificulta las labores de mantenimiento. Estos recintos se considerarán únicamente como puntos de paso lineal sin reserva.



- **Anillado y Sujeción:** La reserva deberá quedar perfectamente anillada y fijada de forma vertical a las paredes de la arqueta mediante soportes adecuados. Se evitará expresamente que el cable descansa sobre el fondo para evitar daños por sedimentos o acumulaciones de agua.
- **Identificación en Exteriores:** Todas las mangueras en arquetas deben estar identificadas con etiquetas plásticas no degradables que incluyan el texto: “UNIVERSIDAD DE GRANADA-CSIRC”.
- **Documentación:** Se proporcionará a SRC, para cada arqueta en la que se haya actuado, al menos 3 fotografías de alta calidad en donde se refleje el estado de la arqueta antes de la actuación y posterior a la misma. Adicionalmente, habrá una foto adicional con los ángulos necesarios para identificar la localización de esta en el entorno en la que se encuentra. Se facilitará también las coordenadas GPS asociadas a la arqueta/registro.

4.3.4. Segregación y Confinamiento en Racks

- **Organización del Exceso:** Los excedentes de fibra en el interior del rack deben gestionarse en bandejas de 1U con guías telescópicas. No se permitirá cableado óptico suspendido o sin protección mecánica.

4.3.5. Protocolo de Sellado y Seguridad (ENS/Incendios)

- **Sellado de Pasos:** Tras el tendido de la fibra, es responsabilidad del instalador el sellado ignífugo de cualquier pasamuros o patinillo utilizado, garantizando la integridad de los sectores de incendio del edificio según el código técnico.
- **Protección Física:** Los repartidores ópticos permanecerán cerrados y los puertos no utilizados dispondrán de tapones antipolvo para proteger el ferrule cerámico de contaminantes ambientales.

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

5. Espacios de telecomunicaciones y cuartos técnicos

Los espacios destinados a albergar la infraestructura de red se clasifican en repartidor de campus (RC), edificio (RE) o planta (RP). La localización, dimensiones y adecuación de estos espacios se definirán para cada actuación.

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos siguientes deberá ser autorizada expresamente por SRC.

5.1. Dimensiones mínimas y ubicación

Para garantizar la escalabilidad, el mantenimiento y la correcta ventilación de los activos, se establecen los siguientes requisitos:

- **Superficie:** Mínimo de 6 m² para repartidores de planta y 10 m² para repartidores de edificio/campus. Se debe asegurar un espacio libre perimetral de 1 metro alrededor del rack para facilitar tareas de parcheo .
- **Ubicación:** Se evitarán sótanos con riesgo de inundación o zonas colindantes con fuentes de interferencia electromagnética (cuartos de transformadores o motores).
- **Altura libre:** Mínima de 2,60 metros, libre de obstáculos para la entrada de bandejas de *backbone*.

5.2. Seguridad física, protección pasiva y climatización

Se tomarán las siguientes medidas para garantizar la seguridad en los cuartos técnicos:

- **Protección contra Incendios:** Es obligatorio el sellado de pasos de cables mediante materiales ignífugos certificados tras cada intervención. Las salas deben contar con detección de humos integrada en el sistema centralizado del edificio.



- **Control de Acceso:** Los armarios deberán permanecer cerrados y el acceso a la sala estará restringido a personal autorizado, garantizando el aseguramiento físico de los activos.
- **Acondicionamiento:** Paredes y techos deben estar tratados para evitar el desprendimiento de polvo (pintura plástica). El suelo será preferiblemente antiestático.
- **Climatización:** La sala debe disponer de refrigeración independiente para mantener la temperatura entre 18°C y 24°C, considerando el calor disipado por el stacking de switches.

6. Documentación as-built y entrega del proyecto

La aceptación final de cualquier instalación por parte del Servicio de Redes y Comunicaciones (SRC) está supeditada a la entrega y validación de la documentación "As-Built". Esta debe reflejar con total exactitud la realidad física y lógica de la infraestructura desplegada.

6.1. Documentación Cartográfica y Descriptiva

- **Planos de Situación y Trazado:** Se entregarán planos detallados que incluyan el recorrido de las canalizaciones, la ubicación exacta de las cajas de registro, arquetas, armarios y la numeración de todas las tomas de usuario.
- **Formatos Obligatorios:** La documentación se entregará en soporte digital (formatos DWG y PDF) y, si el proyecto lo requiere, en soporte papel. Los planos DWG deben estar debidamente georreferenciados en el sistema de coordenadas oficial de la UGR.
- **Memoria Descriptiva:** Informe técnico que detalle la relación de materiales utilizados, indicando marcas, modelos y características técnicas (Data Sheets). Debe incluirse el certificado de homologación del fabricante (Integrador Certificado) de la empresa instaladora

6.2. Certificación del Subsistema de Cobre

Se entregará una memoria de pruebas de **Enlace Permanente** (no de canal) para cada toma, en formato digital que se pueda visualizar mediante el software LinkWare de Fluke Networks. Los informes deben recoger:

- **Identificación Completa:** Nombre del enlace (según nomenclatura oficial R.P.nº), ubicación, fecha de la prueba, operario y modelo del certificador con su última fecha de calibración.
- **Parámetros de Transmisión:** Resumen de PASA/FALLA, resistencia, impedancia, longitud, atenuación (pérdida de inserción) y retardo de propagación (*Delay Skew*).
- **Análisis de Diafonía y Reflexión:** Pruebas de NEXT, PS-NEXT, ACR-F, PS-ACR-F y Pérdida de Retorno (RL) en ambos extremos, detallando el peor margen y valor por par.



6.3. Certificación del Subsistema de Fibra Óptica

Toda fibra instalada debe ser certificada para garantizar que las pérdidas de inserción y retorno están dentro del presupuesto de potencia óptica (Optical Budget) diseñado.

- **Medidas de Potencia (Tier 1):** Certificación de longitud y atenuación en ambos sentidos para las ventanas de trabajo correspondientes (850/1300nm para MM y 1310/1550nm para SM).
- **Reflectometría (OTDR - Tier 2):** Obligatoria para todos los enlaces del Backbone de Campus e inter-edificios. Así mismo obligatoria en enlaces de interior con una longitud superior a 500 metros. Las gráficas deben mostrar claramente los eventos (fusiones, conectores y macrocurvaturas) y la pérdida total del enlace.

Inspección de Conectores: Se podrá exigir capturas microscópicas de los ferrules para asegurar la ausencia de contaminantes antes de la entrega.



7. Régimen de acceso y operación de infraestructura por terceros

Este capítulo regula las intervenciones de terceros (operadoras de telecomunicaciones y empresas instaladoras externas) que, en virtud de la figura administrativa que se ostente, deban desplegar infraestructura propia dentro de las instalaciones de la Universidad de Granada.

7.1. Protocolo de Inicio de Trabajos

- **Replanteo Obligatorio:** Antes de cualquier intervención, la empresa deberá solicitar una visita de replanteo con el personal técnico del SRC. En esta visita se definirá el trazado exacto, las penetraciones autorizadas y la ubicación de los equipos. No se autoriza ninguna perforación de muros o forjados sin validación in situ.
- **Acceso a Recintos:** El acceso a los cuartos de comunicaciones será siempre supervisado o autorizado expresamente mediante el sistema de gestión de llaves del CSIRC.
- **Autorización:** se facilitará documento oficial de autorización de la actuación correspondiente, con identificación del actuador, técnicos y material a emplear en su caso. Dicha autorización será la única disponibles para identificarse a los equipos de seguridad de Campus o la Autoridad Competente en cada caso.

7.2. Estándares de Instalación en Infraestructura Compartida

Toda instalación de terceros (operadores, empresas de servicios o entidades externas) que haga uso de las canalizaciones, arquetas, registros o espacios técnicos de la Universidad de Granada, debe cumplir estrictamente con la presente instrucción NCE-UGR 3.0 y el conjunto de estándares nacionales e internacionales en los que esta se fundamenta.



Cualquier despliegue en infraestructura compartida quedará supeditado a los siguientes niveles de cumplimiento:

1. **Normativa Institucional:** Cumplimiento íntegro de la NCE-UGR 3.0. Ninguna normativa o instrucción técnica de terceros podrá contravenir las disposiciones de seguridad, calidad y gestión aquí descritas.
2. **Autorización Previa:** No se autorizará el uso de infraestructuras de redes y comunicaciones sin el informe preceptivo favorable del SRC (Servicio de Redes y Comunicaciones) de la Universidad de Granada y la firma del correspondiente acuerdo/convenio de cesión.

Se detallan a continuación consideraciones técnicas de obligado cumplimiento para el desarrollo de la actividad de terceros en la red universitaria.

- **Canalizaciones:** El uso de bandejas, patinillos y arquetas de la UGR está supeditado a la disponibilidad de espacio. La empresa externa deberá garantizar que su instalación no impide el mantenimiento del cableado existente ni saturar la capacidad de reserva (se exige dejar siempre un 20% libre).
- **Sellado de Pasos (Cortafuegos):** Es responsabilidad exclusiva de la empresa instaladora restaurar el sellado ignífugo de cualquier pasamuros o patinillo que haya sido abierto para el paso de sus cables, manteniendo la integridad del sector de incendio.
- **Identificación y Etiquetado** Para distinguir la propiedad de las infraestructuras, todo cableado tendido por terceros deberá estar etiquetado con materiales duraderos (imputrescibles en arquetas) cada 50 metros en recorridos lineales, en cada cambio de dirección, en cada registro de paso y en los extremos.

Formato de Etiqueta: [EMPRESA ACTUADORA] – [EXPEDIENTE/AÑO] – [DESTINO].

- *Ejemplo:* SUPERCABLE – EXP03/UGR 2026 – FIBRA TRONCAL

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.



7.3. Ubicación de Equipos en Racks Compartidos

Salvo indicación contraria del SRC, los equipos de operadoras (CTO, Routers, etc) se instalarán preferentemente fuera de los racks de la red corporativa de datos, exigiéndose una validación previa a la ubicación y autorización expresa de SRC.

Si se autorizase el uso de un rack de la UGR, los equipos se ubicarán en la parte superior o en espacios residuales que no interfieran con la electrónica de red de la Universidad. No obstante, este apartado requerirá una validación previa a la ubicación y autorización expresa de SRC.

El conexionado eléctrico deberá realizarse siempre a las regletas indicadas por los técnicos de SRC, estando prohibida la manipulación de los cuadros eléctricos del edificio.

8. Infraestructuras de red para servicios “Smart Campus”

Este apartado recoge las recomendaciones de despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones de exterior e interior para servicios distribuidos de edificios, tales como gestión de energía, control de accesos, redes de sensores (IoT), redes inalámbricas, iluminación inteligente y sistemas de seguridad IP, etc. Cualquier despliegue deberá cumplir con la norma UNE-EN 50173-6 y debe ser validado por SRC para garantizar la compatibilidad e integración con las infraestructuras de red de UGR.

8.1. Arquitectura de red y segmentación

La implementación de la Estrategia Smart Campus en la Universidad de Granada se fundamenta en la norma UNE-EN 50173-6, que regula el despliegue de infraestructuras para servicios de edificios distribuidos. Este marco normativo permite que sistemas tradicionalmente aislados, como la gestión energética, el control de accesos, la red de sensores IoT y la iluminación inteligente, converjan en una infraestructura de cableado genérico común. Para garantizar la viabilidad de estos servicios, cualquier nuevo despliegue debe asegurar una segmentación lógica estricta desde su concepción, integrando los dispositivos en VLANs específicas que sigan el esquema de direccionamiento institucional y queden aisladas del tráfico de red corporativo o de usuario.

8.2. Seguridad física y normativa

En cuanto a la seguridad física y la normativa cualquier proyecto se diseñará y validará teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Protección de activos:** Los armarios que alberguen electrónica Smart Campus deben permanecer cerrados con llave y contar con sistemas de seguridad contra accesos no autorizados.
- **Seguridad contra incendios:** En toda nueva instalación que requiera perforaciones, es obligatorio el sellado de pasos mediante materiales intumescentes para evitar la propagación de incendios entre sectores.



- **Segregación eléctrica:** Los trazados de cableado de datos para Smart Campus deben respetar las distancias de segregación respecto a cables de potencia para evitar interferencias electromagnéticas (NEXT) y riesgos eléctricos

8.3. Documentación y certificación

Se deberá entregar para su validación la siguiente documentación:

- **Planos As-Built:** La documentación final deberá reflejar con precisión la ubicación de cada sensor, punto de acceso Wi-Fi y switch, integrándolos en los planos de infraestructura de la UGR.
- **Certificación de Enlaces:** Todos los puntos finales de red para servicios IoT deben superar las pruebas de certificación (Return Loss, NEXT) bajo los estándares de Categoría 6A o superior para garantizar el soporte de futuras aplicaciones.

La variación de algunas de las prestaciones, diseño o características indicadas en los puntos anteriores deberá ser autorizada expresamente por SRC.

9. Anexos

9.1. Materiales

Nota Técnica sobre Calibre AWG (*American Wire Gauge*): Se enfatiza que el término del parámetro técnico AWG es inversamente proporcional al diámetro del conductor; por tanto, un número mayor indica un cable más fino. No se aceptarán cables con una numeración AWG superior a la mínima exigida en cada categoría (por ejemplo, un cable de 24 AWG será rechazado si se requiere un mínimo de 23 AWG), por cuestiones de rendimiento y la seguridad de la electrónica activa de la Universidad.

La relación de materiales y marcas especificada a continuación debe entenderse como referencia MÍNIMA en cuanto a calidad, prestaciones y rendimiento. Cualquier alternativa propuesta deberá ser validada técnicamente por SRC.

- ✓ **Homogeneidad:** Los componentes de par trenzado panel 24 puertos RJ-45, toma simple para pared, cable y latiguillo deben ser de la misma marca y categoría, salvo indicación expresa en contrario, para garantizar la certificación del canal.
- ✓ **Cable de Cobre:** para los sistemas Cat6 24AWG y Cat6A 23AWG o superior. Se indicará en cada proyecto las características del cable requerido (U/UTP, U/FTP o F/UTP) LSZH, que cumpla con el Reglamento de Productos de Construcción (CPR) EN 50575, con clasificación mínima Cca-s1b, d1, a1.
 - *Referencias de calidad:* Commscope (gamas certificadas para 10Gbps/Cat6A), Excel o Leviton.
- ✓ **Paneles de Parcheo (Cobre):** Paneles de 24 puertos RJ-45 Cat 6A para los armarios. Deberán ser de no más de una unidad de altura (1U), preferiblemente con guías traseras para la gestión del cableado.
 - *Referencias de calidad:* Commscope, Excel, Leviton.



- ✓ **Tomas de Usuario:** Conector modular hembra (Keystone) Cat 6A apantallado para roseta de pared. Deberá ser compatible para montaje en cajas tipo Cima o 45x45 mediante adaptadores.
 - *Referencias de calidad:* Commscope, Excel, Leviton.
- ✓ **Latiguillos (Patch Cords):** Latiguillos Cat 6A LSZH de fabricación industrial y verificados.
 - *Longitudes:* 0,3m, 0,5m, 1m, 2m, 3m, 5m.
 - *Calibre:* Mínimo 23 AWG para garantizar PoE++
 - Cables de 28 AWG: Su uso requiere autorización expresa de SRC.
- ✓ **Cable de Fibra Óptica:** Cable interior/exterior LSZH que cumpla con el Reglamento CPR con clasificación mínima Cca-s1b, d1, a1.
 - *Tipología:* Estructura holgada, gel-block o estanca, con protección antirroedores y cubierta dieléctrica con protección ultravioleta.
 - *Categoría:* Monomodo OS2 (G.652.D/G.657.A2) o Multimodo OM4 OM5.
 - *Referencias:* Optral, Excel o equivalente.
- ✓ **Paneles de Fibra Óptica:** Paneles para los armarios de 19", con capacidad para 12/24/48 conectores según densidad. Deberán ser de una unidad de altura (1U) y de no más de 30 cm de profundidad, con bandeja deslizante.
 - *Interfaz:* El tipo de conector estándar será LC-Duplex.
 - *Referencias:* Excel, Leviton u Optral equivalentes.



✓ **Armarios centrales y primarios de edificio (Suelo):**

- Tipo: Rack de 19" de suelo.
- Dimensiones mínimas: 800x800 mm (anchura x profundidad). La altura debe permitir dejar 25 U libres tras instalar paneles y guías.
- Equipamiento: Puerta frontal (cristal o perforada según carga térmica) y trasera con cerradura, paneles laterales desmontables con cerradura, ventilación en techo.
 - Accesorios incluidos obligatorios: 2 regletas de corriente (2x8 tomas Schuko con interruptor), instaladas en la parte inferior trasera (Ref. ELDON HPDS 08S o equivalente).
 - Guías pasa hilos verticales en todo el armario y bandeja vertical interior (mín. 200x60 mm).
 - 1 guía pasa hilos horizontales (1U) por cada dos paneles de parcheo instalados.
 - Suministro adicional de 10 guías pasa hilos horizontales sin instalar.
- *Referencia:* Excel Environ CR800 o equivalente técnico superior.

✓ **Armarios secundarios (Murales):**

- Tipo: Fijación sobre pared, cuerpo o rack pivotante de 19" (dos cuerpos) para facilitar el acceso trasero.
- Dimensiones: Fondo mínimo 600mm. La altura debe permitir dejar 12 U libres tras instalar paneles.
- Equipamiento: Puerta opaca/cristal con cerradura. Tapas superiores/inferior con rejillas de ventilación.
- Accesorios incluidos obligatorios:



- 1 regleta de corriente (1x8 tomas) instalada horizontalmente (Ref. ELDON HPDS 08S o equivalente).
- Suministro adicional de 5 guías pasa hilos horizontales sin instalar.
- *Referencia:* Excel Environ WR600 o equivalente técnico superior.

✓ **Canalización:**

- Canaleta: PVC blanco, libre de halógenos, con tabique separador de circuitos. *Referencia:* UNEX o equivalente.
- Arquetas de exterior: Deberán ser compatibles con las infraestructuras universitarias existentes y permitir el anillado de fibra (reserva 4-6m). A modo de referencia se usarán las siguientes medidas:

Arqueta M: (Mediana) 80 x 60 x 80 cm.

Arqueta H: (Grande) 120 x 80 x 100 cm.

Arqueta D: (Doble) 160 x 100 x 120 cm.

El uso o variación de cualquier aspecto indicado en este apartado deberá ser autorizado expresamente por SRC tras la validación correspondiente.

9.2. Protocolo de actuación frente a rotura/avería en cable de fibra (Backbone/MAN/WAN)

Evaluación y Estrategia de Reparación

Siempre que se produzca una rotura o corte de cable de fibra óptica, los ingenieros de planta exterior de SRC se desplazarán a la zona para evaluar in-situ los daños y el alcance.

Se propondrá una solución temporal a la empresa y actores causantes de la rotura, de forma que permita restituir los servicios con la mayor celeridad posible. A partir de este momento se comenzará a estudiar la mejor solución definitiva para la reparación del enlace de fibra.

Opción A: Sustitución Completa del Tramo (Opción Preferente)

Es la única que garantiza que el enlace mantenga las mismas características nominales que en el momento de su instalación original.

Procedimiento: Se procederá al retirado del cable dañado y al soplado/tendido de un nuevo cable de una sola pieza entre los dos repartidores de fibra (patch panels) o cámaras de registro principales.

Es obligatoria: Siempre que la canalización lo permita técnica y físicamente.

- En enlaces de nueva creación (menos de 2 años de antigüedad).
- Cuando el presupuesto de pérdida (Power Budget) del transceptor (400G SR8/DR4/FR4) sea muy ajustado.

Garantía: No se aceptan fusiones intermedias. El enlace debe ser continuo de extremo a extremo (conector-conector).

Material: El cable a usar será de las mismas características técnicas que el que se va a sustituir. La fibra se comprará serigrafiada “Universidad de Granada – CSIRC”, se instalará cable del mismo tipo y fabricante que el existente siempre que la referencia se siga suministrando.



La universidad de granada garantiza de esta forma que sus ingenieros de red puedan desplegar ópticas de 400G y futuras de 800G sin preocuparse por los "eventos fantasmas" en las trazas de OTDR que suelen dejar las contratas con reparaciones rápidas.

Opción B: Sustitución parcial del cable (desde el punto de rotura a un nodo)

Se contemplará esta opción solamente cuando no sea posible la sustitución completa del cable nodo a nodo, requiriéndose autorización expresa de SRC.

Esta reparación consistirá en una sustitución completa del tramo desde el punto de la rotura hasta el nodo más cercano, siempre que la canalización lo permita. La fibra se comprará serigrafiada, se instalará mismo tipo de cable, mismo fabricante siempre que la referencia se siga suministrando.

Opción C: Reparación del tramo afectado

Si existen impedimentos técnicos para las reparaciones anteriormente descritas como Opción A y B se establecen nuevamente dos escenarios según la disponibilidad de excedentes ("cocas") en el cable roto:

- **Escenario 1 (Un solo torpedo – estanqueidad simple):** Se permitirá si existe suficiente cable excedente en las arquetas adyacentes para llegar al punto de rotura sin aplicar tensión mecánica ya que el presupuesto de pérdida total en enlaces de 400G es como máximo de 6db (para óptica de Juniper). Se tendrá en cuenta para el total de la suma que cada conector limpio pierde 0.5 dB, cada fusión 0.05db, pérdida de 0.3dB por kilómetro de cable).
- **Escenario 2 (Dos torpedos – doble estanqueidad):** En casos de excesiva tensión mecánica o daños que afecten a varios metros de fibra, se procederá al saneamiento completo del tramo comprometido por la obra. Se insertará un segmento de cable nuevo de idénticas características físico-ópticas (mínimo G.652.D / G.657.A2), garantizando la restitución total de la continuidad del servicio. La interconexión se realizará mediante dos torpedos de cierre hermético (grado de protección IP68), asegurando que el tramo restituido recupere sus propiedades nominales de transmisión y protección física.



Requisitos Técnicos de la Fusión

Para enlaces de alta capacidad (≥ 400 Gbps), los umbrales de aceptación son:

- **Alineación:** Obligatorio uso de fusionadora por alineación de núcleo (no por revestimiento / cladding).
- **Pérdida máxima por fusión:** 0,05 dB
- **Reflectancia del evento:** -60 dB.
- **Protección:** Las fusiones se alojarán en bandejas organizadoras dentro de torpedos estancos, con radios de curvatura mínimos de 30 mm.

Certificación Post-Reparación (Obligatoria para entrega)

No se dará por cerrada una incidencia hasta la entrega al CSIRC de la siguiente documentación:

1. **Traza OTDR Bidireccional:** Realizada a 1310nm y 1550nm. El instalador debe demostrar que el promedio de la pérdida en el punto de reparación es menor o igual a 0,05 dB.
2. **Fotografías:** De la instalación en arquetas, elementos de interconexión, torpedos y terminación en los extremos. Deberán ser validadas expresamente por SRC.
3. **Informe de Inspección de Conectores:** Si se ha tenido que intervenir en los repartidores de los CPDs, certificado Pass/Fail según IEC 61300-3-35.
4. **Actualización de Inventario:** Coordenadas GPS del nuevo torpedo y actualización del esquema de empalmes. La empresa entregará las coordenadas a SRC que es responsable de actualizar su sistema SINO de la Universidad de Granada.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



FIN DEL DOCUMENTO