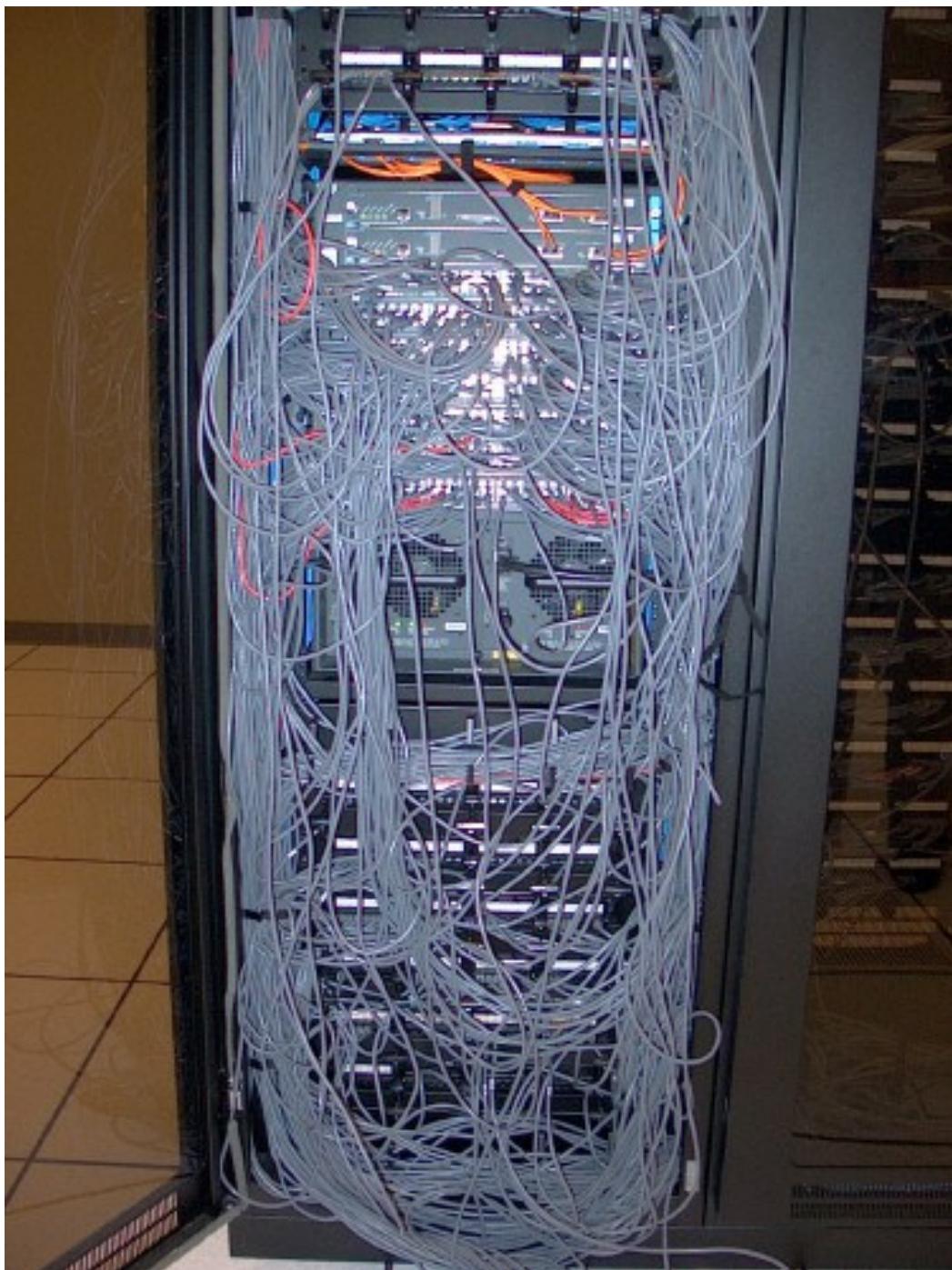


## 5. Diseño del trazado de cableado.

El **diseño del trazado de cableado** es una fase decisiva dentro del despliegue de una red local. En ella se define **por dónde discurrirá físicamente el cableado**, cómo se organizarán los recorridos y de qué forma se conectarán los distintos espacios y elementos del sistema. Un trazado bien diseñado reduce incidencias, facilita el mantenimiento y prolonga la vida útil de la instalación; un trazado improvisado, en cambio, genera problemas recurrentes difíciles y costosos de corregir.



*Ejemplo de cableado con trazado y organización deficientes, que dificulta el mantenimiento y aumenta la probabilidad de incidencias en la red.*

## EDITORIAL TUTOR FORMACIÓN

Diseñar el trazado no consiste únicamente en “llevar cables de un punto a otro”, sino en **planificar recorridos técnicos coherentes**, compatibles con la normativa, el entorno físico y las necesidades presentes y futuras de la red.

### Objetivos del diseño del trazado

El trazado del cableado debe perseguir una serie de objetivos claros:

- Garantizar el rendimiento del cableado según su categoría.
- Facilitar el acceso y la intervención técnica.
- Minimizar riesgos físicos y electromagnéticos.
- Permitir ampliaciones sin reconfiguraciones invasivas.
- Mantener el orden y la trazabilidad del sistema.

Estos objetivos obligan a adoptar una **visión global del edificio o instalación**, integrando el cableado en la arquitectura existente.



Recuerda

Un buen trazado se nota poco cuando funciona, pero se agradece mucho cuando hay que intervenir.

### Análisis previo del entorno físico

Antes de definir recorridos concretos, es imprescindible analizar el entorno en el que se desplegará el cableado.

Este análisis debe incluir:

- Distribución de plantas y estancias.
- Ubicación de armarios de comunicaciones.
- Existencia de falsos techos o suelos técnicos.
- Canalizaciones disponibles.
- Presencia de instalaciones eléctricas u otras infraestructuras.
- Condiciones ambientales (temperatura, humedad, polvo).

El conocimiento detallado del entorno permite anticipar dificultades y adaptar el diseño a las limitaciones reales.



Nota

Diseñar el trazado sin visitar o conocer el entorno físico suele conducir a soluciones teóricas difíciles de ejecutar.

### Principios básicos de diseño del trazado

El diseño del trazado debe apoyarse en una serie de principios técnicos consolidados.

#### a) Separación de servicios

El cableado de red debe mantenerse separado de otras instalaciones, especialmente de las eléctricas, para evitar interferencias y riesgos.

#### b) Recorridos claros y accesibles

Los recorridos deben ser:

- Identificables.
- Continuos.
- Accesibles para mantenimiento.
- Evitar zonas ocultas o inaccesibles.

#### c) Minimización de longitudes innecesarias

Aunque el cableado estructurado permite cierta flexibilidad, es importante evitar recorridos excesivamente largos o enrevesados.



Recuerda

Un recorrido corto y directo es más fiable que uno largo y complejo, incluso si ambos cumplen la distancia máxima normativa.

### Diseño del cableado horizontal

El **cableado horizontal** conecta las tomas de usuario con el armario de comunicaciones correspondiente y suele representar la mayor parte de la instalación.

En su diseño se deben considerar:

- Distancia máxima permitida.
- Número de tomas por área de trabajo.
- Distribución lógica de puestos.
- Posibilidad de reubicación de usuarios.
- Identificación clara de cada enlace.

Un diseño adecuado del cableado horizontal facilita reorganizaciones internas sin modificar la infraestructura básica.



Ejemplo

En una oficina diáfana, prever más tomas de las estrictamente necesarias permite reorganizar puestos sin nuevas canalizaciones.

### Diseño del cableado vertical o troncal

El **cableado vertical o backbone** interconecta armarios de comunicaciones y constituye el eje principal de la red.

En su diseño deben evaluarse con especial atención:

- Tipo de medio de transmisión.
- Redundancia de recorridos.
- Protección física del cable.
- Accesibilidad para mantenimiento.
- Capacidad para futuras ampliaciones.

Dado su papel estratégico, el cableado troncal suele diseñarse con **criterios más conservadores** que el horizontal.



Recuerda

Un fallo en el backbone afecta a grandes áreas de la red; su diseño debe priorizar la fiabilidad.

### Canalizaciones y soportes

El trazado del cableado requiere definir **canalizaciones y sistemas de soporte** que protejan los cables y mantengan el orden.

Entre las más comunes se encuentran:

- Bandejas portacables.
- Canaletas.
- Tubos rígidos o flexibles.
- Suelos técnicos.
- Falsos techos.

La elección depende del entorno, la accesibilidad y el tipo de cableado.



Nota

La canalización forma parte del sistema de cableado; no es un elemento accesorio.

### Gestión de radios de curvatura y tensiones

Durante el diseño del trazado es fundamental respetar:

- Radios mínimos de curvatura.
- Tensiones máximas admisibles.
- Puntos de sujeción adecuados.

El incumplimiento de estos criterios puede provocar **degradaciones invisibles** que solo se manifiestan bajo carga o con el paso del tiempo.



Recuerda

Un cable aparentemente intacto puede estar eléctricamente dañado por una curvatura excesiva.

### Previsión de crecimiento y flexibilidad

Una buena práctica esencial consiste en diseñar el trazado pensando en el futuro.

Las medidas habituales incluyen:

- Canalizaciones sobredimensionadas.
- Espacios libres en bandejas y racks.
- Rutas alternativas planificadas.
- Tomas adicionales estratégicamente ubicadas.

Estas medidas reducen costes y tiempos en ampliaciones posteriores.

### Documentación del trazado

El diseño del trazado debe quedar **claramente documentado** antes y después de la instalación. La información que documentar es:

- Planos de recorridos.
- Ubicación de canalizaciones.
- Relación entre tomas y armarios.
- Identificación de tramos críticos.
- Cambios realizados durante la ejecución.

Esta documentación es esencial para el mantenimiento y la resolución de incidencias.



Recuerda

Un trazado no documentado obliga a “descubrir” la red cada vez que se interviene sobre ella.

La siguiente tabla introduce **relaciones prácticas** entre decisiones de diseño del trazado y sus efectos operativos:

Criterio de diseño	Aplicación práctica	Impacto en la red
<b>Separación de servicios</b>	Distancia a líneas eléctricas	Menos interferencias
<b>Accesibilidad</b>	Canalizaciones registrables	Mantenimiento ágil
<b>Longitudes controladas</b>	Recorridos directos	Rendimiento estable
<b>Previsión de crecimiento</b>	Espacio libre en canalizaciones	Ampliaciones sencillas
<b>Documentación</b>	Planos actualizados	Menos errores técnicos

El diseño del trazado de cableado es una inversión en **orden, fiabilidad y sostenibilidad técnica**. Aunque no siempre es visible para el usuario final, determina la facilidad con la que la red puede adaptarse, crecer y mantenerse operativa a lo largo del tiempo.



Recuerda

Un trazado bien diseñado no solo transporta datos: transporta estabilidad, control y futuro para la red.

# 6. Técnicas de instalación del cableado.

La **instalación del cableado** es la fase en la que el diseño se materializa físicamente. Incluso un proyecto bien planificado puede fracasar si las técnicas de instalación no se aplican correctamente. En cableado estructurado, la instalación no es una tarea mecánica, sino un **proceso técnico reglado**, en el que cada gesto (tendido, fijación, curvatura, terminación) influye en el rendimiento final, la fiabilidad y la durabilidad de la red.

Aplicar técnicas correctas de instalación permite que el cableado alcance las prestaciones para las que fue diseñado y que mantenga esas prestaciones a lo largo del tiempo.

## Preparación previa a la instalación

Antes de iniciar el tendido del cableado, es imprescindible una **preparación técnica del trabajo**, que evite improvisaciones durante la ejecución.

Entre las tareas previas se incluyen:

- Verificación del diseño del trazado.
- Revisión de planos y documentación.
- Identificación de canalizaciones y soportes.
- Comprobación del material y herramientas.
- Coordinación con otras instalaciones (electricidad, climatización, seguridad).

Esta fase reduce errores, retrabajos y daños al material.

Una instalación apresurada suele generar fallos que aparecen cuando la red ya está en uso.

## Técnicas de tendido del cableado

El **tendido** consiste en introducir el cable por las canalizaciones previstas respetando los límites físicos del medio.

Durante el tendido deben respetarse los siguientes principios:

- No exceder la tensión máxima de tracción.
- Evitar tirones bruscos.
- Mantener el cable protegido frente a bordes cortantes.
- Respetar el radio mínimo de curvatura.
- Evitar aplastamientos y estrangulamientos.

El incumplimiento de estos principios puede provocar daños internos invisibles que degradan la señal.



Nota

Un cable puede parecer intacto externamente y, sin embargo, estar eléctricamente dañado.

En tubos o canaletas cerradas:

- Se deben utilizar guías pasacables adecuadas.
- Evitar el exceso de cables que dificulte la ventilación.
- No forzar curvas cerradas.
- Mantener separación con conductores eléctricos.

Estas canalizaciones ofrecen mayor protección, pero requieren una planificación más cuidadosa.

Por otro lado, en bandejas abiertas:

- El cable debe apoyarse de forma uniforme.
- Es necesario evitar cruces innecesarios.
- Se deben usar elementos de sujeción adecuados.
- Mantener orden y separación entre grupos de cables.

El orden en bandejas no es estético: facilita el mantenimiento y reduce riesgos.

### Técnicas de fijación y sujeción

Una vez tendido, el cable debe fijarse correctamente para evitar desplazamientos, tensiones o daños por vibraciones.

Buenas prácticas de fijación son:

- Usar bridás adecuadas al tipo de cable.
- No apretar en exceso las bridás.
- Utilizar fijaciones periódicas y uniformes.
- Evitar puntos de presión prolongada.
- Respetar los puntos de entrada y salida de canalizaciones.



Nota

Las bridás excesivamente apretadas son una de las causas más frecuentes de degradación del cableado.

### Gestión de radios de curvatura y holguras

El radio de curvatura es uno de los aspectos más críticos de la instalación. Se debe:

- No doblar el cable por debajo del radio mínimo recomendado.
- Evitar curvas bruscas en tomas y racks.
- Mantener holgura suficiente para futuras intervenciones.
- No enrollar cable sobrante de forma desordenada.

La holgura controlada permite reorganizar conexiones sin necesidad de sustituir cables. Bien gestionada es una inversión en mantenimiento futuro.

### Terminación del cableado

La **terminación** consiste en preparar el extremo del cable para su conexión en tomas o patch panels.

Los principios de terminación correcta son:

- Mantener el trenzado lo más cerca posible del conector.
- Respetar el esquema de conexionado normalizado.
- Evitar dañar el aislamiento de los conductores.
- Utilizar herramientas adecuadas y calibradas.
- Verificar cada terminación antes de cerrar cajas o paneles.

La calidad de la terminación influye de forma directa en la diafonía y en la estabilidad del enlace.



Nota

Una mala terminación puede invalidar una instalación de alta categoría.

### Instalación en racks y armarios

La instalación dentro de racks requiere especial cuidado debido a la densidad de elementos:

- Separar claramente cableado de datos y alimentación.
- Utilizar organizadores verticales y horizontales.
- Mantener accesibles los patch panels.
- Evitar tensiones en latiguillos.
- Documentar cada conexión.



Recuerda

Un rack ordenado es un indicador claro de una instalación profesional.

### Instalación en áreas de trabajo

En las áreas de usuario, la instalación debe combinar **calidad técnica y funcionalidad práctica**.

Los aspectos que cuidar son:

- Ubicación accesible de tomas.
- Protección frente a golpes o tirones.
- Identificación clara de cada toma.
- Acabado limpio y seguro.

Una mala instalación en el área de trabajo genera incidencias recurrentes y mala percepción del servicio.

### Seguridad durante la instalación

La instalación de cableado implica riesgos que deben gestionarse adecuadamente.

Algunas medidas básicas son:

- Uso de equipos de protección individual.
- Señalización de zonas de trabajo.
- Gestión segura de herramientas.
- Prevención de caídas y golpes.
- Cumplimiento de normas de seguridad eléctrica.

Una instalación segura protege tanto a las personas como a la infraestructura.

### Control de calidad durante la instalación

La calidad no se garantiza solo al final; debe controlarse durante todo el proceso. Las acciones recomendadas son:

- Inspecciones visuales periódicas.
- Verificación de fijaciones y curvaturas.
- Comprobación de etiquetado.
- Corrección inmediata de desviaciones.
- Registro de incidencias durante la instalación.

Este enfoque reduce errores acumulativos y facilita la certificación posterior.

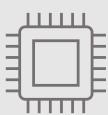
La siguiente tabla relaciona las técnicas de instalación y los efectos directos en el funcionamiento de la red:

Técnica aplicada	Buen uso	Consecuencia positiva
<b>Tendido controlado</b>	Sin tensiones ni aplastamientos	Rendimiento estable
<b>Fijación adecuada</b>	Bridas sin presión excesiva	Mayor vida útil
<b>Curvaturas correctas</b>	Radios respetados	Menos errores de transmisión
<b>Terminación precisa</b>	Trenzado conservado	Mejor calidad de señal
<b>Orden en racks</b>	Cableado organizado	Mantenimiento eficiente



*Verificación del cableado tras aplicar técnicas correctas de instalación, mediante la comprobación de los enlaces en un entorno de rack organizado.*

Las técnicas de instalación del cableado son el **vínculo entre el diseño teórico y el funcionamiento real** de la red. Una ejecución cuidadosa permite que el sistema alcance su máximo potencial y reduzca incidencias a largo plazo.



#### Actividad 4

Se va a desplegar una red local en un edificio con las siguientes características:

- Tres plantas conectadas entre sí.
- Distancia máxima entre armarios de comunicaciones: 120 metros.
- Presencia de maquinaria que genera interferencias electromagnéticas en la planta baja.
- Necesidad de alta fiabilidad en la comunicación entre plantas.

Indica qué medio de transmisión sería el más adecuado para la interconexión entre plantas.

Justifica la elección teniendo en cuenta las condiciones del entorno y los límites técnicos del cableado.

## 7. Etiquetado y organización del cableado.

El **etiquetado y la organización del cableado** constituyen una de las prácticas más determinantes para la **gestión eficiente** de una red local a lo largo de su ciclo de vida. Aunque no influyen directamente en la velocidad de transmisión, sí condicionan de manera crítica la **capacidad de mantenimiento, la rapidez de intervención, la reducción de errores humanos y la trazabilidad** de la infraestructura.



*Ejemplo de cableado correctamente organizado y etiquetado en un rack de comunicaciones, que facilita el mantenimiento, la identificación de enlaces y la intervención técnica segura.*

Una red correctamente etiquetada y organizada permite que cualquier técnico cualificado comprenda la instalación sin necesidad de conocimientos previos específicos. Por el contrario, una red desordenada se convierte en una fuente constante de incidencias, improvisaciones y riesgos operativos.

El etiquetado tiene como objetivo principal **identificar de forma única cada elemento del sistema de cableado**, estableciendo una correspondencia clara entre:

- Tomas de usuario.
- Patch panels.
- Puertos de equipos activos.
- Tramos de cableado.

Esta identificación permite:

- Localizar rápidamente un enlace concreto.
- Evitar desconexiones accidentales.
- Reducir tiempos de diagnóstico.
- Facilitar ampliaciones y cambios.
- Mantener la coherencia documental.



Recuerda

Un cable sin etiqueta es un cable anónimo; un cable anónimo es un riesgo operativo.

### Principios básicos de un buen sistema de etiquetado

Un sistema de etiquetado eficaz debe cumplir una serie de principios fundamentales:

- **Claridad:** las etiquetas deben ser legibles sin herramientas especiales.
- **Unidad:** cada identificador debe corresponder a un único elemento.
- **Coherencia:** el mismo criterio debe aplicarse en toda la instalación.
- **Durabilidad:** las etiquetas deben resistir el paso del tiempo.
- **Correspondencia documental:** el etiquetado debe reflejarse en la documentación técnica.

El incumplimiento de cualquiera de estos principios reduce drásticamente la utilidad del sistema.

### Elementos que deben etiquetarse

En una instalación profesional, el etiquetado debe aplicarse de forma sistemática a todos los elementos relevantes del cableado estructurado.

#### → **Cableado horizontal y troncal**

Cada tramo de cable debe poder identificarse en ambos extremos, indicando:

- Origen y destino.
- Identificador del enlace.
- Área o zona a la que da servicio.

#### → **Patch panels**

Los puertos de los patch panels deben estar claramente numerados y asociados a:

- La toma correspondiente.
- La ubicación física del punto de red.
- El esquema lógico de la red.

#### → **Tomas de usuario**

Las tomas de red deben incluir:

- Un identificador visible.
- Correspondencia con el patch panel.
- Referencia en planos y documentación.



Nota

El etiquetado solo es eficaz si se aplica tanto en el armario como en el puesto de trabajo.

### Sistemas de codificación y nomenclatura

El etiquetado debe basarse en un **sistema de codificación lógico**, no en identificadores arbitrarios.

Los sistemas de nomenclatura suelen combinar:

- Ubicación física (edificio, planta, sala).
- Elemento del sistema (rack, panel, toma).
- Número secuencial.

Este enfoque permite interpretar una etiqueta sin necesidad de consultar documentación compleja.



Ejemplo

Un código puede indicar planta, armario y número de toma, permitiendo localizar físicamente el punto con rapidez.

### Organización del cableado en racks y armarios

La organización del cableado en racks es tan importante como el etiquetado. Un rack ordenado reduce errores y facilita cualquier intervención. Buenas prácticas de organización son:

- Uso de organizadores horizontales y verticales.
- Separación clara entre cableado de datos y alimentación.
- Agrupación lógica de enlaces.
- Longitudes de latiguillos adecuadas.
- Evitar cruces innecesarios.

### Gestión de latiguillos

Los latiguillos son los elementos más manipulados del sistema y, por tanto, los más propensos al desorden. Las reglas básicas son:

- Utilizar latiguillos de longitud adecuada.
- Evitar enrollados y tensiones.
- Sustituir latiguillos deteriorados.
- Etiquetar cuando sea necesario.
- Mantener coherencia cromática si se utiliza.



### Nota

Un exceso de latiguillos largos genera desorden y dificulta el acceso a los equipos.

### Organización del cableado en canalizaciones

La organización no se limita a racks y armarios; también debe aplicarse a canalizaciones y bandejas.

Los criterios recomendados son:

- Agrupar cables por función o destino.
- Mantener separaciones claras.
- Evitar superposiciones innecesarias.
- Respetar la capacidad máxima de la canalización.
- Identificar tramos críticos.

Una canalización organizada facilita ampliaciones y reduce el riesgo de daños durante intervenciones.

### Relación entre etiquetado, organización y documentación

El etiquetado y la organización solo alcanzan su máximo valor cuando están **alineados con la documentación técnica**.

Esto implica:

- Correspondencia exacta entre etiquetas y planos.
- Actualización de la documentación tras cambios.
- Uso del mismo sistema de codificación.
- Registro de modificaciones.



### Recuerda

Una etiqueta que no aparece en la documentación es tan problemática como una documentación sin etiquetas.

### Errores habituales en etiquetado y organización

Entre los errores más frecuentes se encuentran:

- Etiquetas incompletas o ambiguas.
- Uso de códigos sin significado lógico.
- Falta de etiquetado en uno de los extremos.

## EDITORIAL TUTOR FORMACIÓN

- Desorden progresivo tras cambios no documentados.
- Uso de materiales no duraderos.

Identificar y corregir estos errores mejora de forma inmediata la gestión de la red.

La siguiente tabla introduce relaciones prácticas entre el etiquetado y la organización del cableado y sus efectos operativos:

Práctica aplicada	Resultado inmediato	Beneficio a largo plazo
<b>Etiquetado único</b>	Identificación rápida	Menos errores humanos
<b>Organización en racks</b>	Acceso claro a conexiones	Mantenimiento ágil
<b>Codificación lógica</b>	Comprensión del sistema	Formación más sencilla
<b>Documentación alineada</b>	Trazabilidad completa	Continuidad operativa

El etiquetado y la organización del cableado no son tareas accesorias, sino **pilares de la calidad técnica** de una red local. Su correcta aplicación transforma una instalación en un sistema comprensible, mantenable y preparado para el cambio.

## 8. Pruebas y certificación del cableado.

Las **pruebas y la certificación del cableado** constituyen la fase final —y decisiva— del despliegue de un sistema de cableado estructurado. Su objetivo es **verificar de forma objetiva** que la instalación cumple los **requisitos normativos**, alcanza las **prestaciones previstas** y está **apta para su puesta en servicio**. Sin este proceso, no existe garantía técnica real de que el cableado funcionará de manera fiable bajo carga ni de que soportará las aplicaciones para las que fue diseñado.

A diferencia de comprobaciones básicas de continuidad, la certificación implica **mediciones normalizadas**, realizadas con instrumentación específica, cuyos resultados quedan **documentados** y asociados a cada enlace.

### Diferencia entre prueba funcional y certificación

Es fundamental distinguir entre **pruebas funcionales** y **certificación del cableado**, ya que a menudo se confunden en instalaciones no profesionales.

#### → Pruebas funcionales

Consisten en verificar que:

- Existe continuidad eléctrica.
- Los pares están correctamente conectados.
- La conexión “funciona” de forma básica.

Estas pruebas permiten detectar errores evidentes, pero **no garantizan el rendimiento ni el cumplimiento de la normativa**.

#### → Certificación del cableado

La certificación:

- Mide parámetros eléctricos avanzados.
- Evalúa el enlace completo según una categoría o clase concreta.
- Compara resultados con límites normativos.
- Genera informes oficiales.



Recuerda

Que una red funcione no significa que esté correctamente certificada ni que vaya a funcionar bien bajo carga.

### Objetivos de las pruebas y la certificación

El proceso de certificación persigue varios objetivos técnicos y operativos:

- Confirmar el cumplimiento de normas y estándares.
- Garantizar el rendimiento del enlace.
- Detectar defectos de instalación invisibles.
- Validar la categoría/clase instalada.
- Proporcionar evidencias documentadas.
- Facilitar garantías del fabricante o instalador.

En entornos profesionales, la certificación es un **requisito de calidad**, no una opción.

### Instrumentación utilizada en la certificación

La certificación del cableado se realiza mediante **certificadores de cableado**, equipos de medida diseñados para evaluar enlaces conforme a estándares internacionales.

Estos dispositivos permiten:

- Seleccionar la norma y categoría a certificar.
- Medir parámetros eléctricos normalizados.
- Analizar enlaces de cobre y fibra.
- Almacenar resultados por enlace.
- Exportar informes técnicos.



#### Nota

Los certificadores no solo indican “apto/no apto”, sino que muestran el margen de cumplimiento respecto al límite normativo.

### Parámetros evaluados en cableado de cobre

En enlaces de par trenzado, la certificación evalúa múltiples parámetros que influyen directamente en el rendimiento.

#### → Continuidad y mapa de cableado

Verifica:

- Correspondencia correcta de los pares.
- Ausencia de cortocircuitos o inversiones.
- Integridad del enlace.

→ **Atenuación**

Mide la pérdida de señal a lo largo del cable. Una atenuación excesiva indica:

- Longitud excesiva.
- Daños en el cable.
- Mala calidad de componentes.

→ **Diafonía**

Evaluá las interferencias entre pares:

- Diafonía cercana.
- Diafonía lejana.
- Efectos acumulativos.

→ **Retardo y desajuste de retardo**

Analiza:

- Tiempo de propagación de la señal.
- Diferencias entre pares.

Estos valores son críticos para aplicaciones de alta velocidad.

La mayoría de los fallos de certificación no se deben al cable, sino a errores de instalación o terminación.

**Parámetros evaluados en fibra óptica**

En enlaces de fibra óptica, la certificación se basa en principios distintos.

→ **Medición de pérdidas**

Se evalúa:

- Atenuación total del enlace.
- Pérdidas en conectores y empalmes.

→ **Longitud del enlace**

Verifica que el enlace se encuentra dentro de los límites normativos.

→ **Integridad del trayecto**

Permite identificar:

- Microcurvaturas.
- Empalmes defectuosos.
- Conectores dañados.



Nota

La fibra óptica exige una limpieza y manipulación especialmente cuidadosas antes de la certificación.

### Procedimiento general de certificación

Un proceso de certificación profesional suele seguir una secuencia estructurada:

1. Selección de la norma y categoría/clase.
2. Identificación del enlace a certificar.
3. Medición con equipo calibrado.
4. Análisis de resultados.
5. Corrección de defectos si procede.
6. Repetición de pruebas.
7. Generación del informe final.

Este procedimiento garantiza la coherencia y la trazabilidad del proceso.



Recuerda

Certificar no es medir una vez, sino validar el resultado hasta cumplir los requisitos.

### Interpretación de resultados y márgenes

Los resultados de certificación no solo indican si un enlace cumple o no, sino **con qué margen** lo hace.

Un enlace que cumple por un margen mínimo puede:

- Funcionar correctamente hoy.
- Degrardarse antes con el envejecimiento.
- Ser más sensible a interferencias.

Un margen amplio indica una instalación robusta y bien ejecutada.

### Documentación de la certificación

La certificación debe quedar reflejada en una **documentación técnica asociada** a la red. El contenido habitual del informe es:

- Identificación del enlace.

- Norma y categoría certificada.
- Parámetros medidos.
- Resultado de cada prueba.
- Fecha y equipo utilizado.

Esta documentación forma parte inseparable del expediente técnico del cableado.



Recuerda

Un cableado certificado, pero no documentado, pierde gran parte de su valor profesional.

#### Errores habituales detectados en certificación

La certificación permite identificar errores frecuentes, como:

- Exceso de longitud.
- Radios de curvatura no respetados.
- Trenzado excesivamente deshecho.
- Conectores mal crimpados.
- Mezcla de categorías.

Detectar estos errores antes de la puesta en servicio evita problemas futuros.

La siguiente tabla resume los tipos de pruebas, los parámetros evaluados y su utilidad operativa:

Tipo de prueba	Parámetro evaluado	Valor operativo
<b>Mapa de cableado</b>	Integridad del enlace	Detección de errores básicos
<b>Atenuación</b>	Pérdida de señal	Rendimiento sostenido
<b>Diáfonía</b>	Interferencias internas	Estabilidad a alta velocidad
<b>Retardo</b>	Tiempo de propagación	Calidad de transmisión
<b>Certificación final</b>	Cumplimiento normativo	Garantía técnica

La certificación del cableado no es un trámite final, sino una **garantía de calidad, fiabilidad y futuro**. Permite que la red funcione conforme a lo previsto, respalda decisiones técnicas y protege la inversión realizada en la infraestructura física.

## 9. Documentación del despliegue de cableado.

La **documentación del despliegue de cableado** es el elemento que transforma una instalación física en una **infraestructura técnica gestionable**. No se trata de un complemento administrativo, sino de un **recurso operativo esencial** que permite comprender cómo se ha ejecutado el sistema, intervenir con seguridad y garantizar la continuidad del servicio a lo largo del tiempo. Una red correctamente documentada reduce errores, acelera diagnósticos y facilita ampliaciones; una red sin documentación obliga a trabajar por ensayo y error.

En el cableado estructurado, documentar el despliegue implica **registrar de forma precisa lo que realmente se ha instalado**, no solo lo que estaba previsto en el diseño inicial.

La documentación del despliegue tiene como finalidad principal **capturar el estado real de la instalación** una vez ejecutada. Sus objetivos son:

- Facilitar el mantenimiento y la resolución de incidencias.
- Garantizar la trazabilidad de cada enlace.
- Evitar intervenciones innecesarias o riesgosas.
- Servir de base para ampliaciones futuras.
- Respaldar auditorías y certificaciones.

### Diferencia entre documentación de diseño y documentación “as-built”

Es fundamental distinguir entre dos tipos de documentación:

- **Documentación de diseño:** refleja la planificación inicial.
- **Documentación “as-built”:** refleja lo que realmente se ha instalado.

Durante la ejecución, es habitual que se introduzcan ajustes por limitaciones físicas, cambios de última hora o mejoras técnicas. La documentación final debe recoger **estos cambios reales**, no limitarse a reproducir el diseño teórico.



Nota

Conservar solo la documentación de diseño puede inducir a errores graves durante el mantenimiento.

### Planos y esquemas del cableado

Los planos constituyen uno de los pilares de la documentación del despliegue.

Los tipos de planos habituales son:

- Planos de planta con recorridos de cableado.
- Ubicación de canalizaciones y bandejas.

## EDITORIAL TUTOR FORMACIÓN

- Distribución de tomas de red.
- Localización de racks y armarios.
- Esquemas de interconexión entre armarios.

Estos planos deben ser claros, legibles y coherentes con el etiquetado físico.



Recuerda

Un plano útil no es el más detallado, sino el que permite localizar rápidamente un elemento.

### Documentación de enlaces y trazabilidad

Cada enlace del sistema de cableado debe poder identificarse de forma unívoca y trazable, con:

- Identificador del enlace.
- Origen (rack, patch panel, puerto).
- Destino (toma, armario, equipo).
- Tipo y categoría de cable.
- Longitud aproximada.
- Fecha de instalación.

Esta información permite comprender el recorrido completo de un enlace sin necesidad de inspecciones físicas innecesarias.

### Inventario de componentes instalados

El despliegue de cableado debe ir acompañado de un **inventario técnico** de los componentes utilizados:

- Cables (tipo, categoría, fabricante).
- Patch panels.
- Tomas de red.
- Racks y armarios.
- Canalizaciones y soportes.
- Accesorios relevantes.

El inventario facilita la reposición de componentes, la estandarización y la planificación de futuras ampliaciones.



Nota

Un inventario incompleto obliga a redescubrir la instalación cada vez que se interviene.

### Documentación de pruebas y certificación

La documentación del despliegue debe integrar los **resultados de las pruebas y la certificación** realizadas, es decir:

- Informes de certificación por enlace.
- Parámetros medidos.
- Norma aplicada.
- Resultado final (apto/no apto).
- Observaciones o incidencias detectadas.

Esta información respalda técnicamente la calidad del cableado y forma parte del expediente de la red. La certificación sin documentación asociada pierde gran parte de su valor técnico y contractual.

### Registro de incidencias durante el despliegue

Durante la instalación pueden producirse incidencias que conviene documentar:

- Desvíos respecto al diseño inicial.
- Obstáculos físicos encontrados.
- Cambios en recorridos o ubicaciones.
- Soluciones adoptadas.

Este registro aporta contexto y evita interpretaciones erróneas en intervenciones futuras.

### Formato y soporte de la documentación

La documentación debe ser **accesible, clara y actualizable**, considerando:

- Uso de formatos digitales estándar.
- Organización por bloques o secciones.
- Versionado de documentos.
- Control de accesos.
- Copias de seguridad de la documentación.



## Nota

Una documentación excelente pero inaccesible es, en la práctica, inútil.

### Relación entre documentación y mantenimiento

Una documentación completa permite:

- Reducir tiempos de intervención.
- Minimizar errores humanos.
- Planificar mantenimientos preventivos.
- Facilitar la formación de nuevos técnicos.
- Mantener la coherencia del sistema.

La siguiente tabla vincula los tipos de documentación del despliegue y su impacto en la gestión de la red:

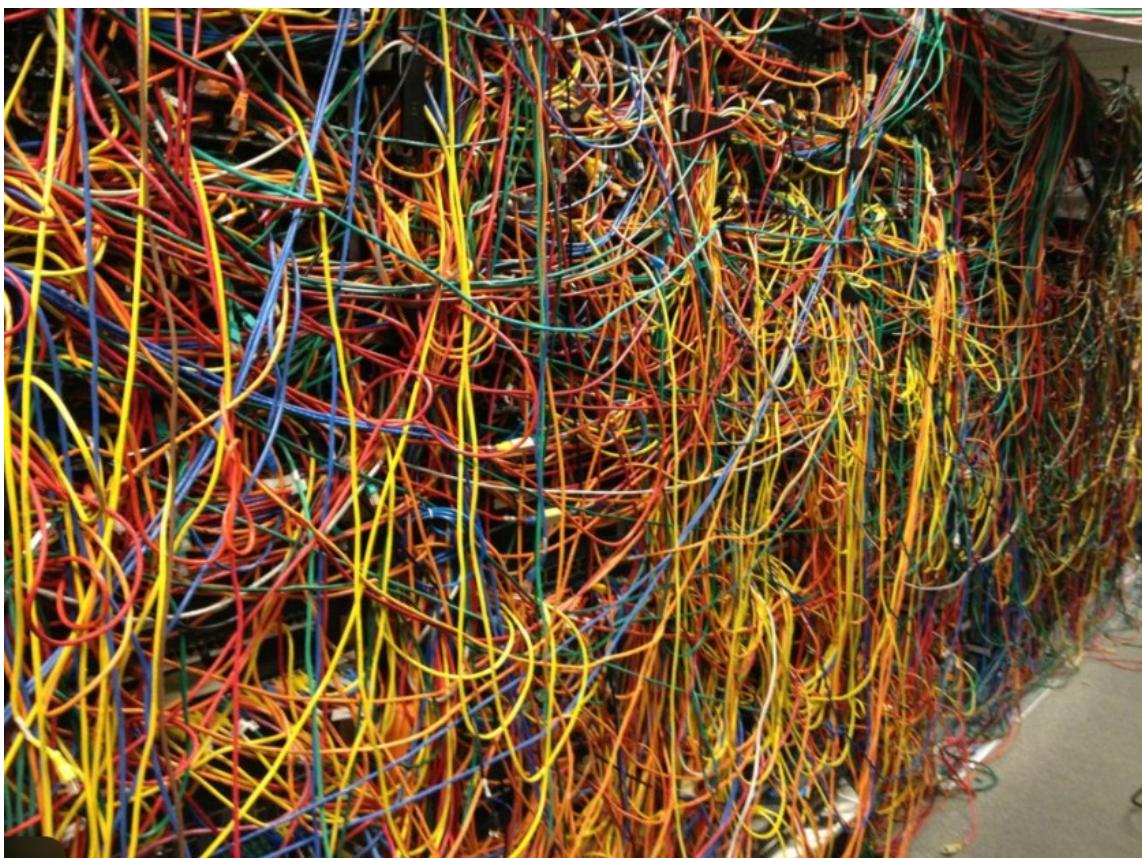
Tipo de documentación	Información recogida	Utilidad principal
<b>Planos “as-built”</b>	Recorridos reales	Localización rápida
<b>Trazabilidad de enlaces</b>	Origen y destino	Diagnóstico eficiente
<b>Inventario</b>	Componentes instalados	Gestión y reposición
<b>Certificación</b>	Parámetros medidos	Garantía de calidad
<b>Registro de cambios</b>	Desviaciones y ajustes	Contexto técnico

La documentación del despliegue de cableado convierte una instalación física en un **sistema comprensible y gestionable**. Su valor no reside únicamente en el momento de la entrega, sino en su capacidad para acompañar a la red durante toda su vida útil, facilitando cambios, ampliaciones y mantenimientos.

# 10. Errores habituales y medidas preventivas.

En el despliegue de cableado estructurado, muchos problemas que aparecen durante la explotación de la red no se deben a fallos de los equipos activos, sino a **errores cometidos durante el diseño, la instalación o la documentación del cableado**. Estos errores suelen ser recurrentes, previsibles y, en la mayoría de los casos, **evitables** si se aplican medidas preventivas adecuadas desde el inicio.

Analizar los errores habituales permite adoptar una **actitud preventiva**, orientada no solo a corregir fallos, sino a **evitar que se produzcan**, reduciendo costes, tiempos de intervención y degradaciones del servicio.



*Ejemplo de cableado desorganizado y sin etiquetado, resultado de errores de diseño e instalación que dificultan el mantenimiento y aumentan la probabilidad de incidencias.*

## Errores de planificación y diseño

Uno de los errores más frecuentes consiste en diseñar el cableado sin un análisis realista del entorno y del uso previsto de la red. Esto puede dar lugar a:

- Número insuficiente de tomas.
- Canalizaciones saturadas desde el primer momento.
- Categorías de cable inadecuadas.
- Falta de previsión de crecimiento.

Una medida preventiva es realizar un análisis previo detallado que contemple usuarios, dispositivos, aplicaciones y evolución futura.

### Errores en la elección de materiales

Mezclar cables, conectores, latiguillos o patch panels de diferentes categorías degradará el rendimiento del enlace completo.

Elegir materiales únicamente por su menor coste suele traducirse en:

- Menor vida útil.
- Mayor sensibilidad a interferencias.
- Necesidad de sustituciones tempranas.

Una medida preventiva es seleccionar materiales homogéneos y certificados, acordes a la categoría definida en el diseño.



Recuerda

El enlace rinde como su componente más débil.

### Errores durante la instalación del cableado

Durante el tendido, es habitual incurrir en:

- Tirones excesivos.
- Radios de curvatura inferiores a los recomendados.
- Aplastamientos en canalizaciones.

Estos errores provocan degradaciones internas invisibles.

Una medida preventiva es aplicar técnicas de tendido controlado y respetar las especificaciones del fabricante.

Por otro lado, el uso de briduras demasiado apretadas o de sistemas de sujeción inadecuados puede dañar el cable. En este caso, una medida preventiva es utilizar sistemas de fijación adecuados y revisar periódicamente la presión ejercida.



Nota

Muchas degradaciones aparecen meses después de la instalación, no de forma inmediata.

### Errores en la terminación de cables

Entre estos destacan:

- **Destrenzado excesivo de los pares:** Separar demasiado los pares durante la terminación aumenta la diafonía y reduce el margen de certificación.
- **Uso incorrecto de esquemas de conexión:** Errores en el esquema de conexión generan fallos intermitentes difíciles de diagnosticar.

Una medida preventiva es utilizar herramientas adecuadas, seguir esquemas normalizados y verificar cada terminación.



Recuerda

Una sola mala terminación puede invalidar un enlace completo.

### Errores de organización y etiquetado

Las instalaciones sin un sistema claro de identificación provocan:

- Desconexiones accidentales.
- Tiempos elevados de diagnóstico.
- Dependencia de personas concretas.

Por otro lado, el desorden suele aparecer tras cambios no documentados o ampliaciones improvisadas.

Como medida preventiva se puede implantar un sistema de etiquetado coherente desde el inicio y mantener el orden como norma operativa.

### Errores en pruebas y certificación

Confiar únicamente en pruebas funcionales básicas impide detectar defectos latentes.

Además, la ausencia de informes dificulta el mantenimiento y la validación futura del sistema.

Se deben certificar todos los enlaces conforme a la normativa y archivar los resultados como parte de la documentación técnica.



Recuerda

Sin certificación, no existe garantía técnica del cableado.

### Errores en la documentación del despliegue

Una documentación que no refleja el estado real de la instalación puede inducir a errores graves durante el mantenimiento.

Por otro lado, no relacionar tomas, patch panels y enlaces genera confusión y retrabajo.

Una medida preventiva es actualizar la documentación tras cada cambio y mantener coherencia entre planos, etiquetas y registros.

### Medidas preventivas generales

Más allá de errores concretos, existen medidas preventivas de carácter general que elevan la calidad global del despliegue:

- Formación técnica adecuada del personal.
- Aplicación estricta de la normativa.
- Supervisión durante la instalación.
- Control de calidad continuo.
- Cultura de documentación y orden.

La siguiente tabla introduce relaciones prácticas entre errores habituales y medidas preventivas asociadas:

Error habitual	Consecuencia	Medida preventiva
<b>Diseño sin previsión</b>	Saturación temprana	Análisis previo
<b>Mezcla de categorías</b>	Pérdida de rendimiento	Homogeneidad de materiales
<b>Curvaturas excesivas</b>	Degrado de señal	Instalación controlada
<b>Terminaciones deficientes</b>	Fallos intermitentes	Herramientas y revisión
<b>Falta de etiquetado</b>	Errores humanos	Sistema de identificación
<b>No certificar</b>	Falta de garantías	Certificación normativa
<b>Documentación obsoleta</b>	Intervenciones erróneas	Actualización continua

Los errores en el despliegue de cableado no suelen ser espectaculares ni inmediatos, pero generan **problemas persistentes** que erosionan la calidad del servicio. Adoptar un enfoque preventivo desde el diseño hasta la documentación final permite construir una infraestructura **fiable, duradera y preparada para el cambio**.



Recuerda

En cableado estructurado, prevenir un error cuesta poco; corregirlo más tarde casi siempre cuesta mucho más.

# 11. Resumen de la unidad.



El despliegue de cableado en una red local constituye la infraestructura física fundamental sobre la que se sostiene el funcionamiento global de la red. De la calidad del cableado dependen directamente el rendimiento, la fiabilidad, la escalabilidad y la facilidad de mantenimiento del sistema, por lo que debe entenderse como una inversión estratégica a largo plazo y no como un elemento accesorio.

El cableado estructurado se concibe como un sistema técnico normalizado, basado en estándares internacionales que garantizan la interoperabilidad entre fabricantes, la estabilidad de las prestaciones y la durabilidad de la instalación. Esta concepción permite que la infraestructura sea independiente de aplicaciones concretas, facilitando la adaptación a futuras necesidades tecnológicas sin necesidad de reemplazos continuos.

Los medios de transmisión empleados en redes locales presentan características y usos diferenciados. El cable de par trenzado constituye la solución más habitual en el cableado horizontal por su equilibrio entre coste, facilidad de instalación y rendimiento. El cable coaxial, aunque relevante históricamente, tiene un uso muy limitado en LAN modernas. Por su parte, la fibra óptica ofrece las mayores capacidades de transmisión y una elevada inmunidad a interferencias, lo que la convierte en la opción preferente para enlaces troncales, largas distancias y entornos con altas exigencias de velocidad y fiabilidad.

Las categorías de cableado determinan las prestaciones máximas que puede alcanzar la red y condicionan su ciclo de vida. La elección adecuada de la categoría no debe basarse únicamente en las necesidades actuales, sino en una planificación que permita absorber incrementos futuros de velocidad y nuevas aplicaciones sin modificar la infraestructura física existente.

El sistema de cableado estructurado integra diversos elementos funcionales que deben operar de forma coherente. Los racks y armarios de comunicaciones actúan como puntos de organización, protección y concentración; los patch panels aportan flexibilidad y facilitan la gestión de conexiones; y las tomas de red y latiguillos constituyen la interfaz directa con los dispositivos finales. El orden y la correcta integración de estos elementos resultan esenciales para garantizar trazabilidad, mantenimiento eficiente y reducción de errores.

El diseño del trazado de cableado representa una fase crítica del proyecto, ya que condiciona la calidad final de la instalación. La planificación de recorridos, la elección adecuada de canalizaciones, la separación respecto a otros servicios y la previsión de ampliaciones futuras permiten evitar interferencias, minimizar riesgos y facilitar la evolución de la red sin actuaciones invasivas.

La instalación del cableado debe realizarse conforme a procedimientos técnicos rigurosos, respetando aspectos como tensiones máximas, radios de curvatura, sistemas de fijación y métodos de terminación. Una ejecución incorrecta puede degradar significativamente el rendimiento, incluso cuando se utilizan materiales de alta calidad.

El etiquetado y la organización del cableado se consolidan como herramientas clave para la gestión profesional de la red. Un sistema de identificación claro y una disposición ordenada en racks y canalizaciones reducen errores humanos, agilizan las intervenciones técnicas y mejoran la trazabilidad de la infraestructura.

## EDITORIAL TUTOR FORMACIÓN

La certificación del cableado aporta una validación objetiva del rendimiento real de cada enlace. Mediante pruebas normalizadas se detectan defectos de instalación, se verifica el cumplimiento de los estándares y se generan evidencias técnicas documentadas que respaldan la fiabilidad de la red.

Finalmente, la documentación del despliegue constituye un recurso operativo imprescindible. Registrar el estado real de la instalación, los recorridos, las conexiones y los resultados de las pruebas permite una explotación eficiente de la red a lo largo del tiempo. La identificación de errores habituales y la aplicación de medidas preventivas refuerzan un enfoque profesional basado en buenas prácticas, control de calidad y cumplimiento normativo.

## 12. Prueba de autoevaluación.

1. *¿Cuál es el objetivo principal del cableado estructurado en una red local?*
  - a) Proporcionar un sistema normalizado, ordenado y escalable de conexiones.
  - b) Aumentar la velocidad de transmisión mediante software.
  - c) Sustituir la necesidad de dispositivos de interconexión.
  - d) Permitir únicamente la conexión inalámbrica de equipos.
  
2. *¿Qué elemento del cableado estructurado se utiliza para centralizar y organizar las conexiones en un armario de comunicaciones?*
  - a) El switch de acceso.
  - b) El patch panel.
  - c) La tarjeta de red.
  - d) El punto de acceso inalámbrico.
  
3. *¿Qué tipo de cable es el más utilizado en redes locales cableadas de uso general?*
  - a) Cable coaxial.
  - b) Fibra óptica monomodo.
  - c) Cable de par trenzado.
  - d) Cable plano multipar.
  
4. *¿Qué factor debe tenerse especialmente en cuenta al instalar cableado en entornos con fuertes interferencias electromagnéticas?*
  - a) El color del recubrimiento del cable.
  - b) La longitud máxima del latiguillo.
  - c) El número de dispositivos conectados.
  - d) El tipo de medio y su protección frente a interferencias.
  
5. *¿Cuál es la función principal de la certificación de cableado?*
  - a) Asignar direcciones IP a los dispositivos.
  - b) Verificar que el cableado cumple los estándares y funciona correctamente.
  - c) Comprobar la configuración lógica de la red.
  - d) Documentar las políticas de seguridad.

6. ¿Qué consecuencia puede tener un cableado mal instalado, aunque los dispositivos de red sean de alta calidad?

- a) Ninguna, ya que el hardware compensa los errores físicos.
- b) Únicamente una reducción estética de la instalación.
- c) Pérdida de rendimiento, errores de transmisión y fallos intermitentes.
- d) Un aumento automático de la latencia sin afectar a la estabilidad.

7. ¿Qué elemento identifica de forma física y ordenada las tomas y conexiones dentro de una instalación de red?

- a) El etiquetado del cableado y de los puertos.
- b) El direccionamiento IP.
- c) La topología lógica de la red.
- d) El protocolo Ethernet.

8. ¿Cuál es una buena práctica en el despliegue inicial del cableado de una red local?

- a) Ajustar el cableado únicamente a las necesidades actuales.
- b) Evitar la documentación para simplificar la instalación.
- c) Planificar reservas de capacidad para futuras ampliaciones.
- d) Utilizar siempre el cable de menor categoría disponible.

9. ¿Qué componente físico protege y organiza el cableado y los dispositivos de red en instalaciones profesionales?

- a) El router de borde.
- b) El rack o armario de comunicaciones.
- c) El servidor de archivos.
- d) El sistema operativo de red.

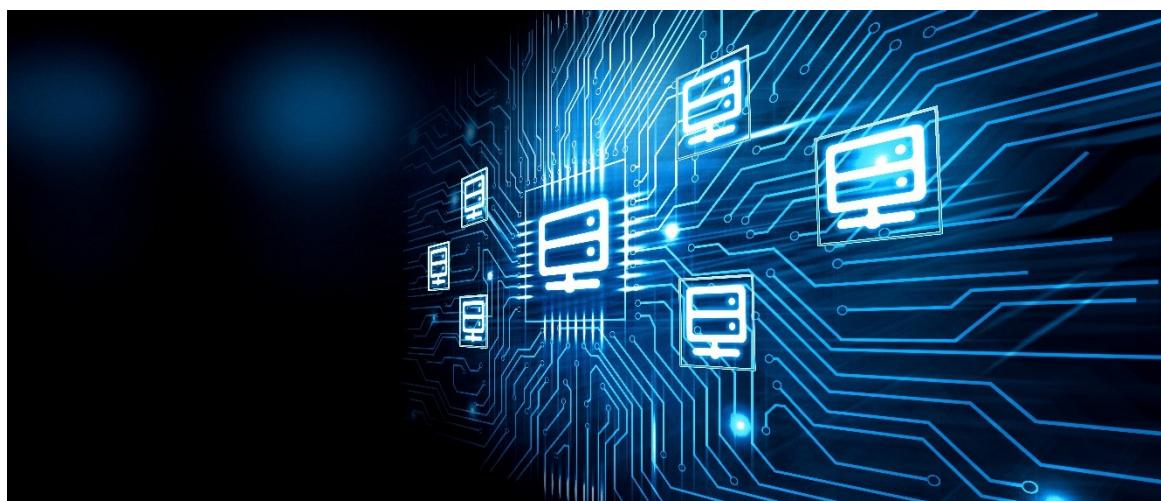
10. ¿Por qué el cableado se considera una inversión a largo plazo en una red local?

- a) Porque puede sustituirse fácilmente sin coste adicional.
- b) Porque solo afecta a la fase inicial de instalación.
- c) Porque su vida útil suele ser inferior a la de los dispositivos activos.
- d) Porque condiciona el rendimiento, la escalabilidad y el mantenimiento futuros.

## Unidad 3



# Interconexión de equipos en red



La interconexión de equipos es el proceso que permite que los dispositivos de una red local se comuniquen entre sí de forma organizada y segura. Esta unidad se centra en el estudio de los dispositivos de interconexión, el direccionamiento IP y los servicios básicos que hacen posible la comunicación dentro de la red.

Se analizan tanto las redes cableadas como las inalámbricas, abordando los procedimientos de configuración y las pruebas de conectividad necesarias para verificar su correcto funcionamiento. El enfoque adoptado permite entender la interconexión como un proceso lógico que complementa y da sentido a la infraestructura física.

# 1. Dispositivos de interconexión.

La **interconexión de equipos** es el mecanismo que permite que los distintos nodos de una red local —dispositivos finales, servidores y servicios— **intercambien información de forma organizada, eficiente y segura**. Este intercambio no se produce de manera directa entre todos los equipos, sino a través de **dispositivos de interconexión**, que actúan como intermediarios inteligentes (o no) del tráfico de datos.

Cada dispositivo de interconexión opera en **capas distintas del modelo de red**, aplica reglas específicas al tráfico y cumple una función concreta dentro de la arquitectura global. Comprender sus diferencias resulta esencial para **diseñar redes coherentes, diagnosticar incidencias y optimizar el rendimiento**.



Recuerda

No todos los dispositivos de interconexión hacen lo mismo ni se sustituyen entre sí: cada uno responde a una necesidad técnica concreta.

## 1.1. Hubs.

Los **hubs** fueron uno de los primeros dispositivos utilizados para interconectar equipos en redes locales Ethernet. Aunque hoy se consideran obsoletos en la mayoría de entornos profesionales, su estudio resulta útil para comprender la **evolución de las redes** y los problemas que los dispositivos modernos han resuelto.



*Hub Ethernet utilizado para interconectar varios dispositivos, que retransmite la señal recibida de forma indiscriminada a todos sus puertos.*

Un hub actúa como un **repetidor multipuerto**. Cuando recibe una señal por uno de sus puertos, la **retransmite de forma indiscriminada** a todos los demás, sin analizar el contenido ni el destino de los datos.

Desde el punto de vista lógico:

- No interpreta direcciones.
- No filtra tráfico.
- No gestiona prioridades.
- No separa comunicaciones simultáneas.

Todos los equipos conectados comparten el mismo dominio de colisión.

El uso de hubs presenta importantes limitaciones:

- Colisiones frecuentes en redes con varios equipos.
- Degradación progresiva del rendimiento al aumentar el tráfico.
- Falta total de control del flujo de datos.
- Imposibilidad de segmentar la red.
- Riesgos de seguridad por difusión indiscriminada.