

## Redes LAN

Una red es un sistema conectado de objetos o personas. El ejemplo más común de red es el sistema telefónico, que es conocido ampliamente como Red Pública de Telefonía Conmutada (PSTN). La PSTN permite a la gente de cada extremo del mundo comunicarse con cualquiera que tenga acceso a un teléfono.

Una red de computadoras funciona de manera similar a la PSTN. Permite a los usuarios comunicarse con otros usuarios de la misma red transmitiendo datos a través de los cables utilizados para conectarlos. Una red de computadoras está definida con dos o más dispositivos tales como estaciones de trabajo, impresoras o servidores. Estos dispositivos están vinculados con el propósito de compartir información, recursos o ambos. Los vínculos de red se efectúan utilizando cables de cobre, cables de fibra óptica o conexiones inalámbricas. Las conexiones inalámbricas utilizan señales de radio, tecnología infrarroja (láser) o transmisiones satelitales. La información y los recursos compartidos en una red pueden incluir archivos de datos, programas de aplicación, impresoras, módems u otros dispositivos de hardware.

La necesidad de compartir información es una parte importante del desarrollo de las redes de computadoras. En las redes, diferentes computadoras asumen roles o funciones especializadas. Una vez conectadas, una o más computadoras de la red pueden funcionar como servidores de archivos de red. El servidor es un repositorio para archivos al cual puede accederse y que puede ser compartido mediante la red por muchos usuarios. Esto evita la duplicación, conserva recursos y permite la administración y el control de información clave. Los administradores de red pueden otorgar o restringir el acceso a los archivos. También copian regularmente los archivos para respaldar los sistemas en caso de problemas o fallos.

Los servicios de archivos de red hacen posible la colaboración en el desarrollo de documentos y proyectos. Cada miembro de un equipo de proyecto puede hacer contribuciones a un documento o proyecto a través de un servicio de archivos de red compartido.

Además de compartir archivos de computadora, las redes permiten a los usuarios compartir dispositivos de impresión. Los servicios de impresión de la red pueden hacer accesible una impresora de alta velocidad a muchos usuarios. Esta impresora opera como si estuviera directamente conectada a computadoras individuales. La red puede enviar solicitudes provenientes de muchos usuarios a un servidor de impresión central donde estas solicitudes se procesan. Múltiples servidores de impresión, cada uno de ellos ofreciendo una diferente calidad de salida, puede implementarse de acuerdo a los requisitos de los usuarios. Bajo control administrativo, los usuarios pueden seleccionar el servicio que necesitan para un trabajo en particular. De esta forma, las redes proporcionan un uso más eficiente de los costosos dispositivos de impresión sin duplicación.

Todos los sistemas operativos de red ofrecen servicios de archivos e impresión.

Compartir información, colaborar en proyectos y proporcionar acceso a dispositivos de entrada y salida son servicios comunes de las redes de computadoras. Los usuarios de una red pueden compartir más que información y dispositivos especiales. También pueden compartir aplicaciones, como programas de procesamiento de texto, que se instalan en el

servidor. Los usuarios pueden ejecutar aplicaciones compartidas desde un servidor sin utilizar espacio en sus discos duros locales para los archivos del programa.

### **Red Peer-to-Peer**

En una red peer-to-peer, las computadoras en red actúan como iguales, o peers ("pares"), entre sí. Como tales, cada computadora puede asumir la función de cliente o la función de servidor de manera alternada. En un momento la Estación de Trabajo A, por ejemplo, puede hacer una solicitud de un archivo a la Estación de Trabajo B, que responde sirviendo el archivo a la Estación de Trabajo A. La Estación de Trabajo A funciona como cliente, mientras que la Estación de Trabajo B funciona como servidor. En un momento posterior, la Estación de Trabajo A y la B pueden invertir los roles. La Estación de Trabajo B podría ser el cliente, efectuando una solicitud a la Estación de Trabajo A, y la Estación de Trabajo A, como servidor, responde a la solicitud de la Estación de Trabajo B. Las Estaciones de Trabajo A y B mantienen una relación recíproca, o de peers, entre sí.

En una red peer-to-peer, los usuarios individuales controlan sus propios recursos. Pueden decidir compartir determinados archivos con otros usuarios y pueden requerir contraseñas para permitir a otros acceder a sus recursos. Puesto que los usuarios individuales toman estas decisiones, no hay un punto de control central de administración de la red. Además, los usuarios individuales deben efectuar una copia de seguridad de sus propios sistemas para poder recuperarse de la pérdida de datos en caso de fallos. Cuando una computadora actúa como servidor, el usuario de esa máquina puede experimentar un rendimiento reducido ya que la máquina sirve a las solicitudes efectuadas por otros sistemas.

Las redes peer-to-peer son relativamente fáciles de instalar y operar. No es necesario ningún equipamiento adicional más allá de un sistema operativo adecuado en cada computadora. Puesto que los usuarios controlan sus propios recursos, no son necesarios administradores dedicados.

A medida que las redes se hacen más grandes, las relaciones peer-to-peer se hacen cada vez más difíciles de coordinar. No escalan bien, puesto que su eficiencia disminuye rápidamente a medida que la cantidad de computadoras en la red se incrementa. Puesto que los usuarios individuales controlan el acceso a los recursos en sus computadoras, la seguridad puede ser difícil de mantener.

### **Red Cliente/Servidor**

En una disposición de red de cliente/servidor, los servicios de red se ubican en una computadora dedicada cuya sola función es responder a las solicitudes de los clientes. El servidor contiene los servicios de archivos, impresión, aplicaciones, seguridad y otros en una computadora central que está continuamente disponible para responder a las solicitudes de los clientes. La mayoría de los sistemas operativos de red adoptan la forma de relaciones cliente/servidor. En general, las computadoras de escritorio funcionan como clientes y una o más computadoras con potencia de procesamiento, memoria y software especializado adicionales funcionan como servidores.

Los servidores están diseñados para manipular solicitudes provenientes de muchos clientes simultáneamente. Antes de que un cliente pueda acceder a los recursos del

servidor, el cliente debe identificarse a sí mismo y ser autorizado a utilizar el recurso. Un nombre y contraseña de cuenta se asigna a cada usuario con este propósito. Un servidor de autenticación especializado actúa como punto de entrada, resguardando el acceso a la red, y verifica esta información de cuenta. Centralizando las cuentas de los usuarios, la seguridad y el control de acceso, las redes basadas en servidor simplifican el trabajo de la administración de la red.

La concentración de recursos de red como archivos, impresoras y aplicaciones en los servidores también hacen a los datos que generan más fáciles de respaldar y mantener. En lugar de tener estos recursos dispersos o en máquinas individuales, pueden estar ubicados en servidores especializados y dedicados para un más fácil acceso. La mayoría de los sistemas cliente/servidor también incluyen facilidades para mejorar la red agregando nuevos servicios que extienden la utilidad de la red.

Existen ventajas sustanciales que provienen de la distribución de las funciones en una red cliente/servidor. No obstante, se incurre en costos debido a esto. El agregado de recursos en sistemas de servidor crea una mayor seguridad, un acceso más simple y un control coordinado. No obstante, el servidor introduce un único punto de fallo en la red. Sin un servidor operativo, la red no puede funcionar en absoluto. Además, los servidores requieren personal capacitado y experto para administrarlos y mantenerlos, lo cual incrementa el costo de funcionalidad de la red. Los sistemas de servidores requieren hardware adicional y software especializado que agrega un costo sustancial.

## **Conceptos generales**

### **DHCP**

Protocolo que proporciona un mecanismo para asignar direcciones IP de forma dinámica, de modo que las direcciones se pueden reutilizar automáticamente cuando los hosts (computadoras) ya no las necesitan.

### **Dirección IP**

Dirección de 32 bits asignada a los hosts mediante TCP/IP. Una dirección IP corresponde a una de cinco clases (A, B, C, D o E) y se escribe en forma de 4 octetos separados por puntos (formato decimal con punto). Cada dirección consta de un número de red, un número opcional de subred, y un número de host. Los números de red y de subred se utilizan conjuntamente para el enrutamiento, mientras que el número de host se utiliza para el direccionamiento a un host individual dentro de la red o de la subred. Se utiliza una máscara de subred para extraer la información de la red y de la subred de la dirección IP. También denominada dirección de Internet (dirección IP).

## **Máscara de dirección**

Combinación de bits utilizada para describir cuál es la porción de una dirección que se refiere a la red o subred y cuál es la que se refiere al host. A veces se llama simplemente máscara.

## **Dirección MAC**

Dirección de capa de enlace de datos estandarizada que se necesita para cada puerto o dispositivo que se conecta a una LAN. Otros dispositivos de la red usan estas direcciones para ubicar dispositivos específicos en la red y para crear y actualizar las tablas de enrutamiento y las estructuras de los datos. Las direcciones MAC tienen 6 bytes de largo, y son controladas por el IEEE. También se denominan direcciones de hardware, dirección de capa MAC o dirección física.

## **DNS (*Sistema de denominación de dominio*)**

Sistema utilizado en Internet para convertir los nombres de los nodos de red en direcciones ip. DNS ofrece un servicio de nombres estático y jerárquico para hosts TCP/IP. El administrador de red configura el DNS con una lista de nombres de hosts y direcciones ip, lo que permite a los usuarios de estaciones de trabajo configuradas hacer consultas al DNS, especificando sistemas remotos mediante sus nombres de host en vez de direcciones ip. Por ejemplo, una estación de trabajo configurada para utilizar la resolución de nombres DNS, puede usar el comando *ping hostremoto* en vez de *ping 172.16.16.235* si la asociación del sistema *hostremoto* se encuentra en la base de datos DNS.

## **FTP (*Protocolo de Transferencia de Archivos*)**

Protocolo de aplicación, parte de la pila de protocolo TCP/IP, utilizado para transferir archivos entre nodos de red. FTP se define en la RFC 959.

## **Gateway por defecto**

El gateway por defecto indica el “camino de salida” que debe tomar un paquete que es enviado hacia otra red, por ejemplo hacia Internet, y debe ser configurado en cada Host. En la figura 1 se observa un Host B cuya conexión a Internet se implementa a través del Router A, por lo tanto el gateway por defecto del Host B debe ser el número de IP de la interfaz del Router que pertenece a la red del Host, en este caso es 192.168.12.1 .

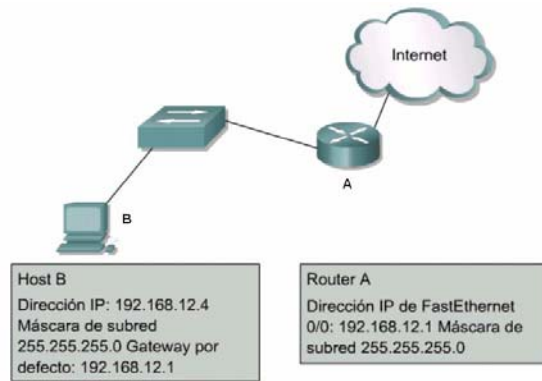


Fig. 1 – Gateway por defecto

### LAN (*red de área local*)

Red de datos de alta velocidad y bajo nivel de errores que cubre un área geográfica relativamente pequeña (hasta unos pocos miles de metros). Las LAN conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en un solo edificio u otra área geográficamente limitada. Los estándares de LAN especifican el cableado y señalización en las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet, FDDI y Token Ring son tecnologías LAN ampliamente utilizadas.

### Servidor Proxy

Un servidor Proxy actúa como intermediario entre el programa cliente (Netscape, Internet Explorer, etc) y el servidor de información al que queremos acceder. Para ello almacena de forma local las páginas más consultadas últimamente por los usuarios, de forma que ante una segunda petición de la misma página por parte de otro usuario pueda servirla, evitando así el acceso remoto.

### Telnet

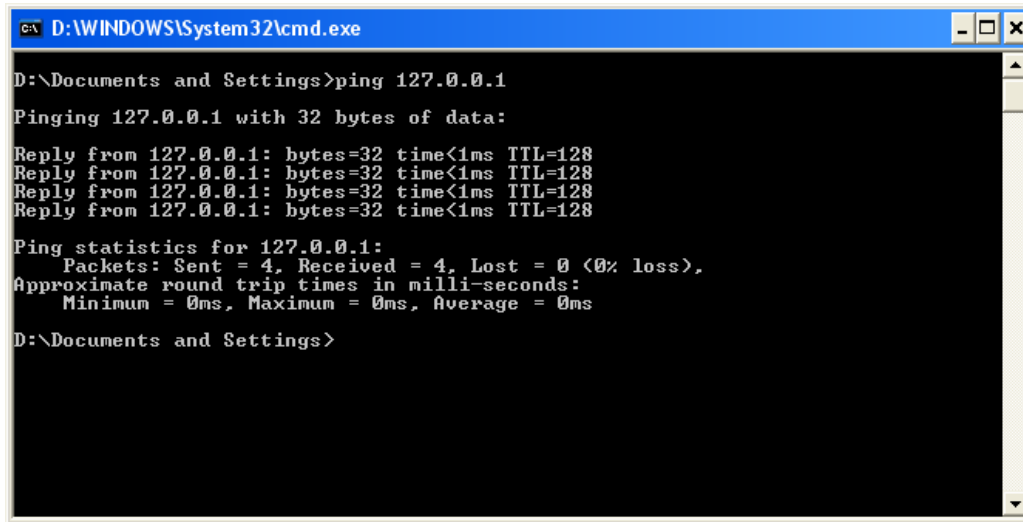
Protocolo de emulación de terminal estándar de la pila de protocolo TCP/IP. Telnet se usa para la conexión de terminales remotas, permitiendo que los usuarios se registren en sistemas remotos y utilicen los recursos como si estuvieran conectados a un sistema local. Telnet se define en RFC 854

### Utilidades TCP/IP: Principales comandos

#### Comando ping

El comando **ping** es una simple pero altamente útil herramienta que se incluye en la mayoría de las implementaciones de TCP/IP. **Ping** puede utilizarse con el nombre de host o la dirección IP para probar la conectividad IP. Funciona enviando una solicitud de eco ICMP a la computadora de destino. La computadora receptora envía luego un mensaje de respuesta de eco ICMP.

También es posible utilizar **ping** para hallar la dirección IP de un host cuando se conoce el nombre. La figura 2 muestra un ejemplo de dicho comando



```
D:\WINDOWS\System32\cmd.exe

D:\Documents and Settings>ping 127.0.0.1

Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 127.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

D:\Documents and Settings>
```

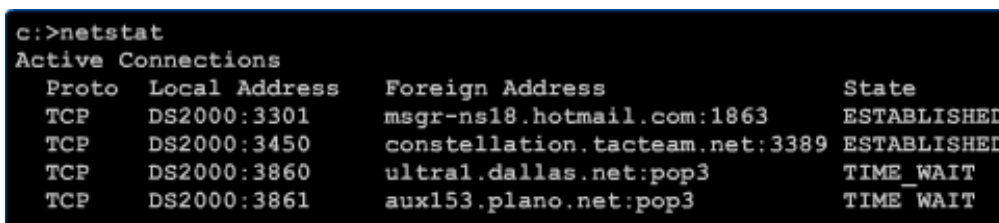
Fig. 2 – Comando ping

### Comando nslookup

Este comando devuelve la dirección IP para un nombre de host dado. También hará lo inverso y encontrará el nombre de host para una dirección IP especificada. Por ejemplo, introducir *cisco.com*, daría como resultado *198.133.219.25*, que es la dirección IP de Cisco.

### Comando netstat

A menudo es útil ver las estadísticas de la red. El comando **netstat** se utiliza en Windows y UNIX/Linux para mostrar información sobre la conexión TCP/IP y el protocolo. El comando **netstat** proporciona una lista de conexiones que están actualmente activas. Las estadísticas de **netstat** pueden ser útiles al detectar problemas de conectividad TCP/IP. La Figura 3 muestra la información disponible en modo de resumen. Estos informes de errores son especialmente útiles al diagnosticar problemas de hardware y enrutamiento.



```
c:\>netstat
Active Connections

```

Proto	Local Address	Foreign Address	State
TCP	DS2000:3301	msgr-ns18.hotmail.com:1863	ESTABLISHED
TCP	DS2000:3450	constellation.tacteam.net:3389	ESTABLISHED
TCP	DS2000:3860	ultra1.dallas.net:pop3	TIME_WAIT
TCP	DS2000:3861	aux153.plano.net:pop3	TIME_WAIT

Fig. 3 – Comando netstat

La información sobre la configuración TCP/IP puede mostrarse utilizando diferentes utilidades. Dependiendo del sistema operativo utilizado, se utilizan las siguientes utilidades:

**ipconfig** – Windows NT, Windows 2000 y Win XP (línea de comandos) como lo muestra la Figura 4

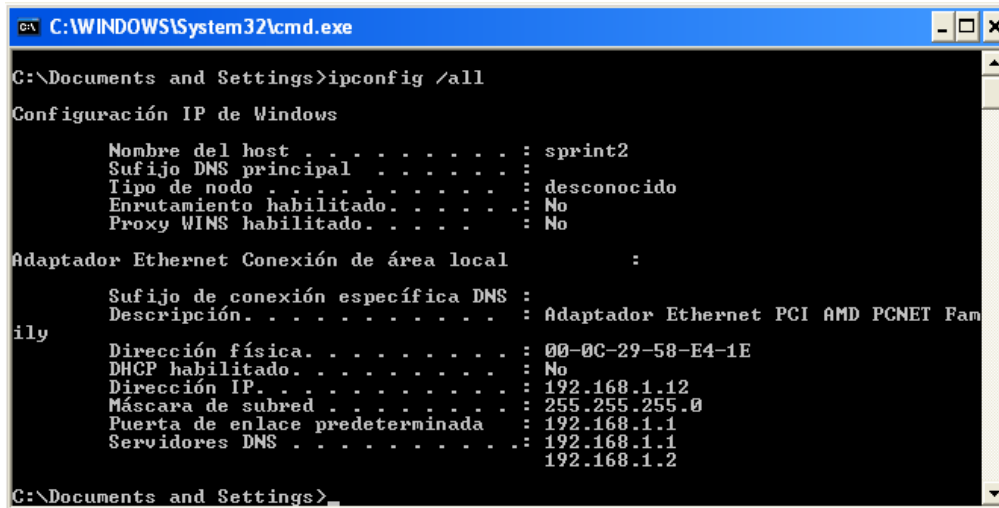


Fig. 4 – Comando ipconfig

**winipcfg** – 98 y ME (interfaz gráfica) como lo muestra la Figura 5

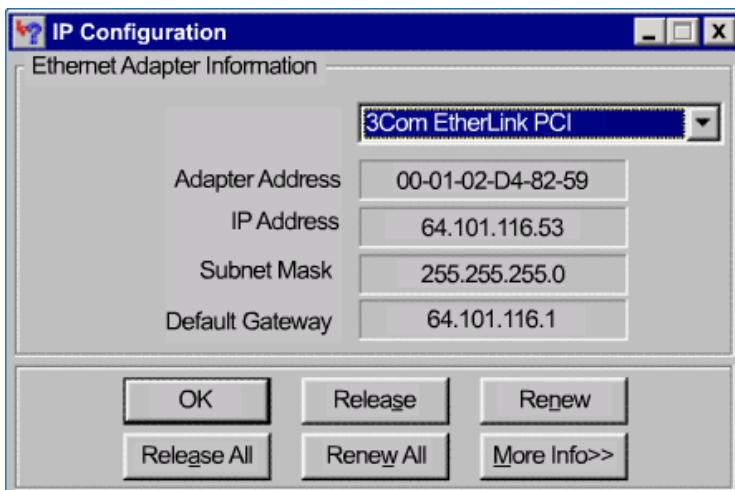


Fig. 5 – Comando winipcfg

Utilizando estos comandos se obtiene toda la configuración de TCP/IP y el número de dirección física (número MAC)

## 1 Sistemas de cableado estructurado

### Reglas para Cableado Estructurado de las LAN

El cableado estructurado es un enfoque sistemático del cableado. Es un método para crear un sistema de cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables.

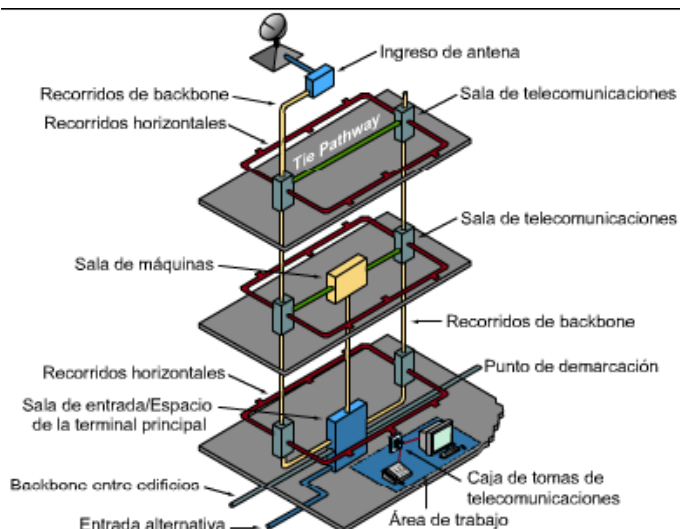
Hay tres reglas que ayudan a garantizar la efectividad y eficiencia en los proyectos de diseño del cableado estructurado.

La primera regla es buscar una solución completa de conectividad. Una solución óptima para lograr la conectividad de redes abarca todos los sistemas que han sido diseñados para conectar, tender, administrar e identificar los cables en los sistemas de cableado estructurado. La implementación basada en estándares está diseñada para admitir tecnologías actuales y futuras. El cumplimiento de los estándares servirá para garantizar el rendimiento y confiabilidad del proyecto a largo plazo.

La segunda regla es planificar teniendo en cuenta el crecimiento futuro. La cantidad de cables instalados debe satisfacer necesidades futuras. Se deben tener en cuenta las soluciones de Categoría 5e, Categoría 6 y de fibra óptica para garantizar que se satisfagan futuras necesidades. La instalación de la capa física debe poder funcionar durante diez años o más.

La regla final es conservar la libertad de elección de proveedores. Aunque un sistema cerrado y propietario puede resultar más económico en un principio, con el tiempo puede resultar ser mucho más costoso. Con un sistema provisto por un único proveedor y que no cumpla con los estándares, es probable que más tarde sea más difícil realizar traslados, ampliaciones o modificaciones.

### Subsistemas de cableado estructurado





### **Figura 1 Subsistemas de cableado estructurado**

Hay siete subsistemas relacionados con el sistema de cableado estructurado, como se ve en la Figura 1. Cada subsistema realiza funciones determinadas para proveer servicios de datos y voz en toda la planta de cables:

- Punto de demarcación (demarc) dentro de las instalaciones de entrada (EF) en la sala de equipamiento.
- Sala de equipamiento (ER)
- Sala de telecomunicaciones (TR)
- Cableado backbone, también conocido como cableado vertical
- Cableado de distribución, también conocido como cableado horizontal.
- Área de trabajo (WA)
- Administración

El demarc es donde los cables del proveedor externo de servicios se conectan a los cables del cliente en su edificio. El cableado backbone está compuesto por cables de alimentación que van desde el demarc hasta la salas de equipamiento y luego a la salas de telecomunicaciones en todo el edificio. El cableado horizontal distribuye los cables desde las salas de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo. Las salas de telecomunicaciones es donde se producen las conexiones que proporcionan una transición entre el cableado backbone y el horizontal. Estos subsistemas convierten al cableado estructurado en una arquitectura distribuida con capacidades de administración que están limitadas al equipo activo, como por ejemplo los PC, switches, hubs, etc. El diseño de una infraestructura de cableado estructurado que enrute, proteja, identifique y termine los medios de cobre o fibra de manera apropiada, es esencial para el funcionamiento de la red y sus futuras actualizaciones.

### **Escalabilidad del área de trabajo**

Cada área de trabajo necesita un cable para la voz y otro para los datos. Sin embargo, es posible que otros equipos necesiten una conexión al sistema de voz o de datos. Las impresoras de la red, las máquinas de FAX, los computadores portátiles, y otros usuarios del área de trabajo pueden requerir sus propias derivaciones de cableado de red.

Una vez que los cables estén en su lugar, use placas de pared multipuerto sobre los jacks.

Los muebles modulares o divisorios de pared tienen múltiples configuraciones posibles. Se pueden utilizar jacks codificados por color para simplificar la identificación de los tipos de circuito. Los estándares de administración requieren que todos los circuitos estén claramente identificados para facilitar las conexiones y el diagnóstico de fallas.

Una nueva tecnología que se está volviendo muy popular es la del Protocolo de Voz por Internet (VoIP) Esta tecnología permite que teléfonos especiales

utilicen redes de datos cuando se realizan llamadas telefónicas. Una ventaja importante de esta tecnología es que evita los costos altos de las llamadas de larga distancia al usar VoIP con conexiones de red existentes. Otros equipos, como las impresoras o computadores, pueden ser conectados al teléfono IP. El teléfono IP puede entonces convertirse en un hub o switch para el área de trabajo. Incluso si se planea poner estos tipos de conexiones, se deben instalar cables suficientes para permitir el crecimiento. Tenga especialmente en cuenta que en el futuro la telefonía IP y el tráfico de video IP podrán compartir el cableado de la red.

Para adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios en las oficinas, se recomienda instalar por lo menos un cable extra conectado a la toma en el área de trabajo. Las oficinas pueden pasar de ser de un único usuario a una con varios usuarios. Esto puede hacer que el área de trabajo sea poco eficiente si sólo se tendió un conjunto de cables para comunicaciones. Se debe dar por sentado que en el futuro cada área de trabajo tendrá múltiples usuarios.

### **Punto de demarcación**

El punto de demarcación (demarc) es el punto en el que el cableado externo del proveedor de servicios se conecta con el cableado backbone dentro del edificio. Representa el límite entre la responsabilidad del proveedor de servicios y la responsabilidad del cliente.

En muchos edificios, el demarc está cerca del punto de presencia (POP) de otros servicios tales como electricidad y agua corriente.

El proveedor de servicios es responsable de todo lo que ocurre desde el demarc hasta la instalación del proveedor de servicios. Todo lo que ocurre desde el demarc hacia dentro del edificio es responsabilidad del cliente.

El proveedor de telefonía local normalmente debe terminar el cableado dentro de los 15 m (49,2 pies) del punto de penetración del edificio y proveer protección primaria de voltaje. Por lo general, el proveedor de servicios instala esto.

La Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) desarrollan y publican estándares para muchas industrias, incluyendo la industria del cableado. Se deben aplicar estos estándares durante cualquier proceso de instalación o mantenimiento del cableado de voz o de datos, para garantizar que el cableado sea seguro, esté correctamente instalado, y tenga el rendimiento adecuado.

El estándar TIA/EIA-569-A especifica los requisitos para el espacio del demarc. Los estándares sobre el tamaño y estructura del espacio del demarc se relacionan con el tamaño del edificio. Para edificios de más de 2000 metros cuadrados (21.528 pies cuadrados), se recomienda contar con una habitación dentro del edificio que sea designada para este fin y que tenga llave.

Las siguientes son pautas generales para determinar el sitio del punto de demarcación.

- Calcule 1 metro cuadrado (10,8 pies cuadrados) de un montaje de pared de madera terciada por cada área de 20-metros cuadrados (215,3 pies cuadrados) de piso.
- Cubra las superficies donde se montan los elementos de distribución con madera terciada resistente al fuego o madera terciada pintada con dos capas de pintura ignífuga.
- Ya sea la madera terciada o las cubiertas para el equipo de terminación deben estar pintadas de color naranja para indicar el punto de demarcación.

### **Salas de equipamiento y de telecomunicaciones**

Una vez que el cable ingresa al edificio a través del demarc, se dirige hacia la instalación de entrada (EF), que por lo general se encuentra en la sala de equipamiento (ER). La sala de equipamiento es el centro de la red de voz y datos. La sala de equipamiento es esencialmente una gran sala de telecomunicaciones que puede albergar el marco de distribución, servidores de red, routers, switches, PBX telefónico, protección secundaria de voltaje, receptores satelitales, moduladores y equipos de Internet de alta velocidad, entre otros. Los aspectos de diseño de la sala de equipamiento se describen en los estándares TIA/EIA-569-A.

En edificios grandes, la sala de equipamiento puede alimentar una o más salas de telecomunicaciones (TR) distribuidas en todo el edificio. Las TR albergan el equipo del sistema de cableado de telecomunicaciones para un área particular de la LAN, como por ejemplo, un piso o parte de un piso, como se muestra en la Figura 1. Esto incluye las terminaciones mecánicas y dispositivos de conexión cruzada para sistemas de cableado backbone y horizontal. Los routers, hubs y switches de departamentos y grupos de trabajo se encuentran comúnmente en la TR.

El hub de cableado y un panel de conexión de una TR pueden estar montados contra una pared con una consola de pared con bisagra, un gabinete para equipamiento completo, o un bastidor de distribución como se ve en la Figura 1.

La consola de pared con bisagra debe ser colocada sobre un panel de madera terciada que cubra la superficie de pared subyacente. La bisagra permite que la unidad pueda girar hacia afuera de modo que los técnicos tengan fácil acceso a la parte posterior de la pared. Es importante dejar 48 cm (19 pulgadas) para que el panel se pueda separar de la pared.

El bastidor de distribución debe tener un mínimo de 1 metro (3 pies) de espacio libre para poder trabajar en la parte delantera y trasera del bastidor. Para montar el bastidor de distribución, se utiliza una placa de piso de 55,9 cm (22 pulgadas). La placa de piso brinda estabilidad y determina la distancia mínima para la posición final del bastidor de distribución. La Figura 2 muestra un bastidor de distribución.

Un gabinete para equipamiento completo requiere por lo menos 76,2 cm (30 pulgadas) de espacio libre delante de la puerta para que ésta se pueda abrir. Los gabinetes para equipamiento tienen por lo general 1,8 m (5,9 pies) de alto, 0,74 m (2,4 pies) de ancho y 0,66 m (2.16 pies) de profundidad. Cuando coloque el equipamiento dentro de los bastidores de equipos, tenga en cuenta si el equipo utiliza electricidad o no. Otras consideraciones a tener en cuenta son el tendido y administración de los cables y la facilidad de uso. Por ejemplo, un panel de conexión no debe colocarse en la parte de arriba de un bastidor si se van a realizar modificaciones significativas después de la instalación. Los equipos pesados como switches y servidores deben ser colocados cerca de la base del bastidor por razones de estabilidad. La escalabilidad que permite el crecimiento futuro es otro aspecto a tener en cuenta en la configuración del equipamiento. La configuración inicial debe incluir espacio adicional en el bastidor para así poder agregar otros paneles de conexión o espacio adicional en el piso para instalar bastidores adicionales en el futuro. La instalación adecuada de bastidores de equipos y paneles de conexión en la TR permitirá, en el futuro, realizar fácilmente modificaciones a la instalación del cableado.

### **Áreas de trabajo**

Un área de trabajo es el área a la que una TR en particular presta servicios. Un área de trabajo por lo general ocupa un piso o una parte de un piso de un Edificio.

La distancia máxima de cable desde el punto de terminación en la TR hasta la terminación en la toma del área de trabajo no puede superar los 90 metros (295 pies).

La distancia de cableado horizontal máxima de 90 metros se denomina enlace permanente. Cada área de trabajo debe tener por lo menos dos cables. Uno para datos y otro para voz. Como se mencionó anteriormente, se debe tener en cuenta la reserva de espacio para otros servicios y futuras expansiones.

Debido a que la mayoría de los cables no pueden extenderse sobre el suelo, por lo general éstos se colocan en dispositivos de administración de cables tales como bandejas, canastos, escaleras y canaletas. Muchos de estos dispositivos seguirán los recorridos de los cables en las áreas plenum sobre techos suspendidos. Se debe multiplicar la altura del techo por dos y se resta el resultado al radio máximo del área de trabajo para permitir el cableado desde y hacia el dispositivo de administración de cables.

La ANSI/TIA/EIA-568-B establece que puede haber 5 m (16,4 pies) de cable de conexión para interconectar los paneles de conexión del equipamiento, y 5 m (16,4 pies) de cable desde el punto de terminación del cableado en la pared hasta el teléfono o el computador. Este máximo adicional de 10 metros (33 pies) de cables de conexión agregados al enlace permanente se denomina canal horizontal. La distancia máxima para un canal es de 100 metros (328

pies): el máximo enlace permanente, de 90 metros (295 pies) más 10 metros (33 pies) como máximo de cable de conexión.

Existen otros factores que pueden disminuir el radio del área de trabajo. Por ejemplo, es posible que las vías de cable propuestas no lleven directamente al destino. La ubicación de los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, los transformadores y el equipo de iluminación pueden determinar tendidos factibles que sean más largos. Después de tomar todos los factores en consideración, el radio máximo de 100 m (328 pies) puede estar más cercano a los 60 m (197 pies). Por razones de diseño, en general se usa un radio de área de trabajo de 50 m (164 pies).

### **Tipos de cable de conexión**



**Figura 1 Cable de conexión UTP**

Los cables de conexión vienen en varios esquemas de cableado. El cable de conexión directa es el más común de los cables de conexión. Tiene el mismo esquema de cableado en los dos extremos del cable. Por lo tanto, el pin de un extremo se conecta al número de pin correspondiente en el otro extremo.

Estos tipos de cables se usan para conectar los PC a la red, al hub o al switch. Cuando se conecta un dispositivo de comunicaciones como un hub o switch a un hub o switch adyacente, por lo general se utiliza un cable de interconexión cruzada. Los cables de interconexión cruzada utilizan el plan de cableado T568-A en un extremo y el T568-B en el otro.

## Administración de cables

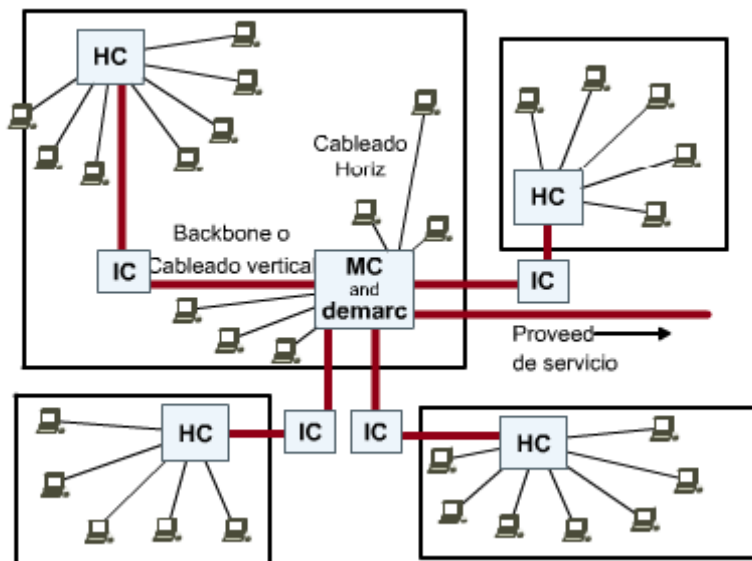


**Figura 1 Sistema de administración de cable horizontal y vertical montado en bastidor**

Los dispositivos de administración de cables son utilizados para tender cables a lo largo de una trayectoria ordenada e impecable y para garantizar que se mantenga un radio mínimo de acodamiento. La administración de cables también simplifica el agregado de cables y las modificaciones al sistema de cableado.

Hay muchas opciones para la administración de cables dentro de la TR. Los canastos de cables se pueden utilizar para instalaciones fáciles y livianas. Los bastidores en escalera se usan con frecuencia para sostener grandes cargas de grupos de cables. Se pueden utilizar distintos tipos de conductos para tender los cables dentro de las paredes, techos, pisos o para protegerlos de las condiciones externas. Los sistemas de administración de cables se utilizan de forma vertical y horizontal en bastidores de telecomunicaciones para distribuir los cables de forma impecable, como se ve en la Figura 1.

## MC, IC y HC



**Figura 1 Planificación de MC, HC e IC**

Por varias razones, la mayoría de las redes tienen varias TR. Si una red está distribuida en varios pisos o edificios, se necesita una TR para cada piso de cada edificio. Los medios sólo pueden recorrer cierta distancia antes de que la señal se comience a degradar o atenuar. Es por ello que las TR están ubicadas a distancias definidas dentro de la LAN para ofrecer interconexiones y conexiones cruzadas a los hubs y switches, con el fin de garantizar el rendimiento deseado de la red. Estas TR contienen equipos como repetidores, hubs, puentes, o switches que son necesarios para regenerar las señales.

La TR primaria se llama conexión cruzada principal (MC) La MC es el centro de la red. Es allí donde se origina todo el cableado y donde se encuentra la mayor parte del equipamiento. La conexión cruzada intermedia (IC) se conecta a la MC y puede albergar el equipamiento de un edificio en el campus. La conexión cruzada horizontal (HC) brinda la conexión cruzada entre los cables backbone y horizontales en un solo piso del edificio.

## Conexión cruzada principal (MC)

### MC, HC, IC

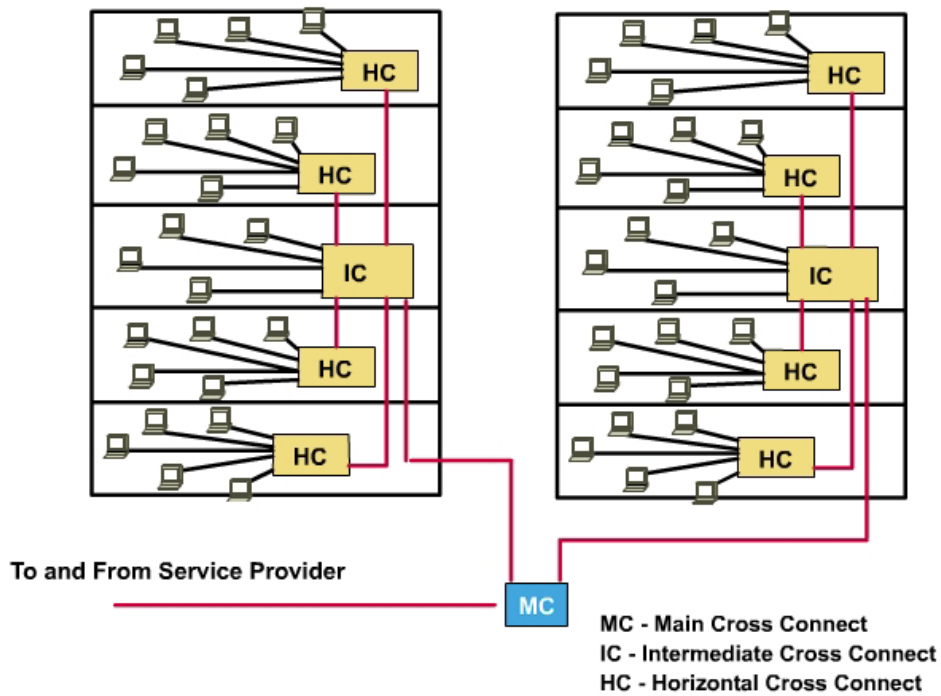
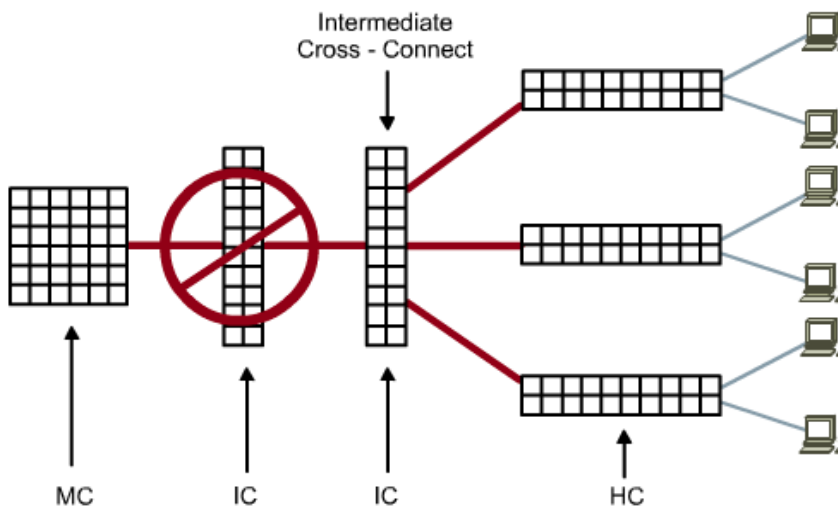


Figura 1 MC, HC e IC



Only one IC can be used between the HCs and the MC.

Figura 2 Conexión de la MC a la IC y a las HC



La MC es el punto de concentración principal de un edificio o campus. Es la habitación que controla el resto de las TR en el lugar. En algunas redes, es donde la planta del cable se conecta al mundo exterior, o al demarc.

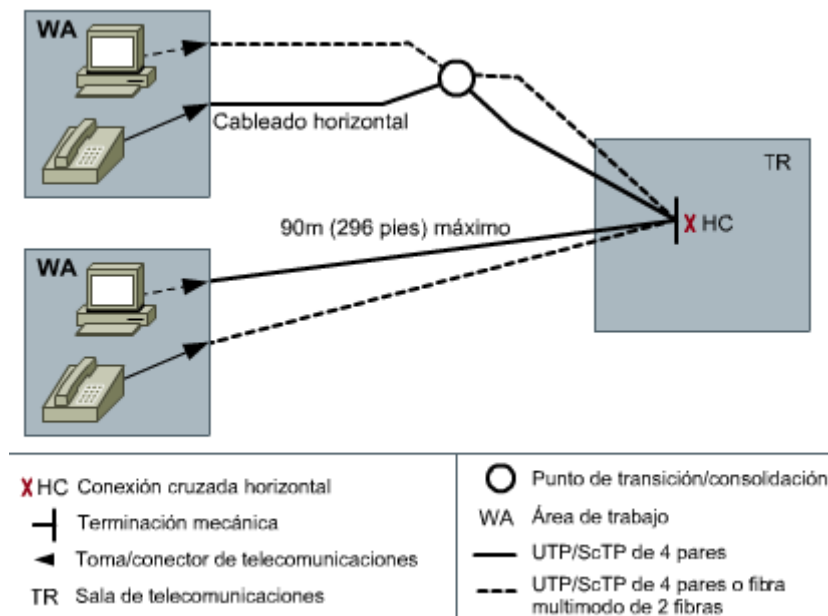
En una topología en estrella, todas la IC y HC están conectadas a la MC. El cableado backbone, o vertical, se utiliza para conectar las IC y las HC en diferentes pisos. Si toda la red está limitada a un edificio de varios pisos, la MC está ubicada por lo general en uno de los pisos centrales, aun si el demarc está ubicado en las instalaciones de entrada en el primer piso o en el sótano.

El cableado backbone va de la MC a cada una de las IC. Las líneas rojas de la Figura 1 representan al cableado backbone. Las IC se encuentran en cada uno de los edificios del campus, y las HC prestan servicios a las áreas de trabajo. Las líneas negras representan el cableado horizontal desde las HC hasta las áreas de trabajo.

Para las redes de campus que abarcan varios edificios, la MC está por lo general ubicada en uno de los edificios. Cada edificio tiene, por regla general, su propia versión de la MC llamada conexión cruzada intermedia (IC). La IC conecta todas las HC dentro de un edificio. También permite tender cableado backbone desde la MC hasta cada HC ya que este punto de interconexión no degrada las señales de comunicación.

Como se observa en la Figura 2, puede haber sólo una MC para toda la instalación de cableado estructurado. La MC alimenta las IC. Cada IC alimenta varias HC. Puede haber sólo una IC entre la MC y cualquier HC.

### Conexión cruzada horizontal (HC)



**Figura 1 Cableado horizontal y símbolos**

La conexión cruzada horizontal (HC) es la TR más cercana a las áreas de trabajo. La HC por lo general es un panel de conexión o un bloque de

inserción a presión. La HC puede también contener dispositivos de networking como repetidores, hubs o switches. Puede estar montada en un bastidor en una habitación o gabinete. Dado que un sistema de cableado horizontal típico incluye varios tendidos de cables a cada estación de trabajo, puede representar la mayor concentración de cables en la infraestructura del edificio. Un edificio con 1,000 estaciones de trabajo puede tener un sistema de cableado horizontal de 2,000 a 3,000 tendidos de cable.

## **Cableado backbone**

Cualquier cableado instalado entre la MC y otra TR se conoce como cableado backbone. Los estándares establecen con claridad la diferencia entre el cableado horizontal y backbone. El cableado backbone también se denomina cableado vertical. Está formado por cables backbone, conexiones cruzadas principales e intermedias, terminaciones mecánicas y cables de conexión o jumpers usados para conexiones cruzadas de backbone a backbone. El cableado de backbone incluye lo siguiente:

TR en el mismo piso, MC a IC e IC a HC

Conexiones verticales o conductos verticales entre TR en distintos pisos, tales como cableados MC a IC

Cables entre las TR y los puntos de demarcación

Cables entre edificios, o cables dentro del mismo edificio, en un campus compuesto por varios edificios.

La distancia máxima de los tendidos de cable depende del tipo de cable instalado. Para el cableado backbone, el uso que se le dará al cableado también puede afectar la distancia máxima. Por ejemplo, si un cable de fibra óptica monomodo se utiliza para conectar la HC a la MC, entonces la distancia máxima de tendido de cableado backbone será de 3000 m (9842,5 pies).

Algunas veces la distancia máxima de 3000 m (9842,5 pies) se debe dividir en dos secciones. Por ejemplo, en caso de que el cableado backbone conecte la HC a la IC y la IC a la MC. Cuando esto sucede, la distancia máxima de tendido de cableado backbone entre la HC y la IC es de 300 m (984 pies). La distancia máxima de tendido de cableado backbone entre la IC y la MC es de 2700 m (8858 pies)

## **Backbone de fibra óptica**

Hay tres razones por las que el uso de fibra óptica constituye una manera efectiva de mover el tráfico del backbone:

Las fibras ópticas son impermeables al ruido eléctrico y a las interferencias de radiofrecuencia.

La fibra no conduce corrientes que puedan causar bucles en la conexión a tierra.

Los sistemas de fibra óptica tienen un ancho de banda elevado y pueden funcionar a altas velocidades.

El backbone de fibra óptica también puede actualizarse y ofrece un mayor rendimiento cuando se cuenta con un equipo de terminal más avanzado. Esto puede hacer que la fibra óptica sea muy económica.

Una ventaja adicional es que la fibra puede recorrer una distancia mucho mayor que el cobre cuando se utiliza como medio de backbone. La fibra óptica multimodo puede cubrir longitudes de hasta 2,000 metros (6561,7 pies) Los cables de fibra óptica monomodo pueden cubrir longitudes de hasta 3,000 metros (9842,5 pies). La fibra óptica, en especial la fibra monomodo, puede transportar señales a una distancia mucho mayor. Es posible cubrir distancias de 96,6 a 112,7 km (60 a 70 millas), según el equipo de terminal. Sin embargo, estas distancias mayores no están cubiertas por los estándares de LAN.

## **2 La Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA)**

La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA) son asociaciones industriales que desarrollan y publican una serie de estándares sobre el cableado estructurado para voz y datos para las LAN. La Figura 1 muestra estos estándares.

Tanto la TIA como la EIA están acreditadas por el Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) para desarrollar estándares voluntarios para la industria de las telecomunicaciones. Muchos de los estándares están clasificados ANSI/TIA/EIA. Los distintos comités y subcomités de TIA/EIA desarrollan estándares para fibra óptica, equipo terminal del usuario, equipo de red, comunicaciones inalámbricas y satelitales.

### **Estándares TIA/EIA**

Aunque hay muchos estándares y suplementos, los que se enumeran son los que los instaladores de cableado utilizan con más frecuencia.

**TIA/EIA-568-A:** Este antiguo Estándar para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales especificaba los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pin.

**TIA/EIA-568-B:** El actual Estándar de Cableado especifica los requisitos sobre componentes y transmisión para los medios de telecomunicaciones. El estándar TIA/EIA-568-B se divide en tres secciones diferentes: 568-B.1, 568-B.2 y 568-B.3.

- TIA/EIA-568-B.1 especifica un sistema genérico de cableado para telecomunicaciones para edificios comerciales que admite un entorno de múltiples proveedores y productos.
- TIA/EIA-568-B.1.1 es una enmienda que se aplica al radio de curvatura del cable de conexión UTP de 4 pares y par trenzado apantallado (ScTP) de 4 pares.
- TIA/EIA-568-B.2 especifica los componentes de cableado, transmisión, modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado.
- TIA/EIA-568-B.2.1 es una enmienda que especifica los requisitos para el cableado de Categoría 6.
- TIA/EIA-568-B.3 especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica.

**TIA/EIA-569-A:** El Estándar para Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios y entre los mismos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones.

**TIA/EIA-606-A:** El Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales incluye estándares para la rotulación del cableado. Los estándares especifican que cada unidad de terminación de hardware debe tener una identificación exclusiva. También describe los requisitos de registro y mantenimiento de la documentación para la administración de la red.

**TIA/EIA-607-A:** Los estándares sobre Requisitos de Conexión a Tierra y Conexión de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales admiten un entorno de varios proveedores y productos diferentes, así como las prácticas de conexión a tierra para varios sistemas que pueden instalarse en las instalaciones del cliente. El estándar especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra y la configuración de la conexión a tierra para los equipos de telecomunicaciones. El estándar también especifica las configuraciones de la conexión a tierra y de las conexiones necesarias para el funcionamiento de estos equipos.

### **3 Prácticas de seguridad en el laboratorio y en el lugar de trabajo**

Aunque por regla general la instalación de cables es una profesión segura,

existen muchas oportunidades para lesionarse. Muchas de las lesiones son causadas cuando el instalador entra en contacto con una fuente de voltaje desviada, o voltajes extraños. Los voltajes extraños incluyen: los rayos, la electricidad estática, y los voltajes causados por defectos de instalación o corrientes de inducción en los cables de la red.

Cuando se trabaja en paredes, techos o áticos, primero corte la alimentación de todos los circuitos que pasen por esas áreas. Si no está claro cuáles son los cables que pasan por la sección del edificio donde se está trabajando, desconecte toda la alimentación de energía eléctrica. ¡Nunca toque los cables de alimentación eléctrica! Incluso si toda la alimentación del área ha sido desconectada, no se puede saber con seguridad si los circuitos tienen corriente.

La mayoría de los países tienen agencias que desarrollan y administran los estándares de seguridad. Algunos estándares están diseñados para garantizar la seguridad pública mientras que otros están para proteger al trabajador. Los estándares que protegen al trabajador por lo general abarcan la seguridad en el laboratorio, seguridad en el sitio de trabajo, cumplimiento de los reglamentos ambientales y eliminación de residuos peligrosos.

### **Seguridad en el lugar de trabajo**

Las siguientes pautas describen cómo mantener seguro el lugar de trabajo.

Antes de comenzar a trabajar, aprenda dónde están ubicados los extintores de incendios correspondientes a esa área. Un incendio pequeño puede salirse de control si no se pueden ubicar los extintores de incendio rápidamente.

Siempre conozca los códigos locales con anterioridad. Es posible que algunos códigos de construcción no permitan perforar o hacer agujeros en determinadas áreas como, por ejemplo, muros cortafuegos o techos. El administrador del edificio o el ingeniero de instalaciones podrá ayudarlo a identificar las áreas que no deben tocarse.

Cuando coloque cables entre dos pisos, utilice un cable certificado para instalaciones verticales. El cable vertical está cubierto con un revestimiento ignífugo de propiletileno fluorinado (FEP), para impedir que las llamas pasen al piso siguiente a través del cable.

Los cables exteriores, por lo general, poseen una cubierta de polietileno. El polietileno se quema con facilidad y emite gases peligrosos. Los códigos NEC estipulan que los cables de polietileno de entrada a un edificio no pueden estar expuestos más de 15 metros (49,2 pies) dentro del edificio. Cuando se necesita cubrir distancias mayores, los cables deben estar en conductos metálicos.

El ingeniero de mantenimiento del edificio debe ser consultado para determinar si hay amianto, plomo o PBC en área de trabajo. De ser así, siga todas las ordenanzas gubernamentales que se refieren a estos materiales peligrosos. No ponga en riesgo su salud trabajando en estas áreas sin protección.

Si el cable debe ser tendido a través de espacios donde hay circulación de aire, asegúrese de utilizar cables a prueba de incendios o cables plenum. Los cables plenum más comunes están recubiertos con Teflón o Halar. Los cables de grado plenum no emiten gases venenosos cuando se queman como lo hacen los cables comunes, que poseen una cubierta de cloruro de polivinilo (PVC).

### **Seguridad en las escaleras de mano**

Las escaleras de mano vienen en muchos tamaños y formas para tareas específicas. Pueden ser de madera, aluminio o fibra de vidrio y pueden estar diseñadas para uso liviano o pesado. Las dos escaleras de mano más comunes son la simple y de tijera. No importa el tipo de construcción, asegúrese de que la escalera esté certificada y que cumpla con las especificaciones ANSI y los estándares UL.

Elija la escalera de mano correcta para el trabajo. La escalera debe ser lo suficientemente larga como para poder trabajar con comodidad, y lo suficientemente sólida como para que se pueda ser usar muchas veces. Las escaleras de fibra de vidrio son las más utilizadas en la instalación de cables. Las escaleras de aluminio pesan menos, pero también son menos estables y nunca deben ser utilizadas cuando se trabaja con electricidad. Siempre debe usar escaleras de fibra de vidrio cuando trabaje con electricidad.

Primero inspeccione la escalera. Cualquier escalera puede tener un problema que comprometa su seguridad. Inspeccione las escaleras para verificar que no tengan dañados los travesaños, escalones, barras de apoyo o tensores.

Asegúrese de que los separadores en una escalera de tijera se puedan trabar bien y que la escalera tenga un apoyo de seguridad. Los apoyos de seguridad dan mayor estabilidad y disminuyen la posibilidad de que la escalera se deslice mientras se está trabajando. ¡Nunca utilice una escalera defectuosa!

Las escaleras tipo tijera deben estar abiertas por completo y los seguros trabados. Las escaleras simples deben colocarse en una relación de 4 a 1.

Esto significa que la escalera debe estar separada de la pared u otra superficie vertical 0,25 cm (10 pulgadas) por cada metro (3,3 pies) de altura al punto de apoyo. Asegure la escalera tan cerca del punto de apoyo como sea posible para evitar que se desplace. Las escaleras deben colocarse siempre sobre una superficie lisa y sólida.

Nunca suba más allá del penúltimo escalón de una escalera tipo tijera, o el antepenúltimo en una escalera simple.

Acordone el área de trabajo con señales apropiadas tales como conos de

tráfico o cinta de precaución. Coloque letreros para que la gente se dé cuenta de que hay una escalera. Cierre o bloquee las puertas cercanas que puedan entrar en contacto con la escalera.

### **Seguridad con la fibra óptica**

Debido a que el cable de fibra óptica contiene vidrio, es importante que tome las precauciones adecuadas. El material sobrante es cortante y debe ser desechado apropiadamente. Si se rompe, es posible que pequeñas astillas penetren la piel.

Se deben seguir estas reglas para evitar lesiones al trabajar con fibra óptica:

Siempre utilice anteojos de protección con laterales.

Coloque una alfombrilla o un trozo de cinta adhesiva sobre la mesa de modo que todas las astillas de vidrio que caigan sean fácilmente identificables.

No se toque los ojos ni los lentes de contacto mientras esté trabajando con sistemas de fibra óptica hasta que no se haya lavado bien las manos.

Coloque todos los trozos de fibra óptica cortados en un lugar seguro y descártelos de forma apropiada.

Use un trozo de cinta adhesiva o de enmascarar para quitar cualquier material que haya quedado sobre su ropa. Use cinta para quitarse las astillas de los dedos o manos.

No traiga alimentos o bebidas al área de trabajo.

No mire directamente hacia dentro de los extremos de los cables de fibra. Algunos dispositivos que funcionan con láser pueden dañar la vista de forma irreversible.

### **Uso de extintores de incendios**

Nunca intente apagar un incendio sin saber cómo utilizar un extintor de incendios. Lea las instrucciones y verifique la válvula. En los Estados Unidos, los extintores de incendios usados en edificios comerciales deben ser controlados a intervalos regulares. Si no funcionan correctamente deben reemplazarse.

**Nota** Si una persona se prende fuego, recuerde la regla de detenerse, tirarse al suelo y rodar por el suelo. No corra. El fuego se expande rápidamente si una persona que se está quemando comienza a correr. Si una persona que se está quemando entra en pánico y empieza a correr, tírela al piso. Arrójese al piso y ruede para extinguir las llamas.

Los extintores de incendios tienen rótulos que identifican el tipo de incendios que pueden apagar. En los Estados Unidos, esto se denomina clasificaciones. En Estados Unidos los incendios se dividen en cuatro clasificaciones:

- . Los incendios de Clase A son los que ocurren con materiales comunes como papel, madera, cartón y plásticos.
- . Los incendios de Clase B son los que ocurren con líquidos inflamables o combustibles, como gasolina, kerosén y los solventes orgánicos comunes que se usan en laboratorios.
- . Los incendios de Clase C son los que ocurren con equipos eléctricos como electrodomésticos, interruptores, paneles eléctricos, herramientas eléctricas, cocinas eléctricas y la mayoría de los dispositivos electrónicos. El agua es un medio peligroso para extinguir el fuego de Clase C porque existe el riesgo de un choque eléctrico.
- . Los incendios de Clase D son los que ocurren con metales combustibles como el magnesio, titanio, potasio y sodio. Estos materiales se queman a altas temperaturas y reaccionan de manera violenta al agua, aire y otras sustancias químicas.

### **Equipamiento personal de seguridad**

Uno de los aspectos de la seguridad en el trabajo es el uso del atuendo apropiado. La vestimenta y el equipo de protección pueden prevenir lesiones y, si éstas ocurren, pueden hacer que sean menos severas.

Cuando se trabaja con herramientas eléctricas, es importante proteger los ojos de los desechos que vuelan y los oídos de ruidos ensordecedores. Si no se utilizan anteojos o tapones en los oídos, es posible que la vista y el oído sufran daños permanentes.

### **Ropa de trabajo**

Los pantalones y mangas largas protegen los brazos y piernas de cortaduras, arañazos y otros peligros. Evite usar ropa excesivamente suelta o floja porque puede quedar enganchada en objetos salientes o quedar atrapada por herramientas eléctricas.

Utilice calzado fuerte, cerrado y adecuado para el trabajo. Se debe proteger la planta del pie de objetos cortantes que se encuentren en el suelo. El calzado de suela gruesa es el mejor para trabajar con clavos, astillas metálicas y otros materiales. El calzado con puntera de acero puede proteger los dedos de los pies de los objetos que caen. Las suelas deben tener buena tracción para evitar el deslizamiento.

### **Protección para los ojos**

Es más fácil proteger los ojos que repararlos. Los anteojos de protección deben ser utilizados cuando se corta, se taladra, se usa una sierra o se trabaja en un espacio reducido. Como se observa en la Figura 1, existen dos tipos de anteojos protectores. Cuando se cortan, se preparan y se descartan los



materiales durante el proceso de terminación de cables, es posible que queden flotando en el aire pequeñas partículas. Cuando se trabaja con fibra óptica, las fibras de vidrio, los adhesivos y solventes pueden entrar en contacto con los ojos. Los anteojos también protegen los ojos de las manos contaminadas. Al frotarse los ojos, pueden penetrar partículas pequeñas o productos químicos que se encuentran en los dedos. Se deben utilizar anteojos protectores cuando se trabaja en espacios reducidos o encima de un techo falso para proteger los ojos de objetos que caen. Muchos lugares de trabajo requieren del uso constante de anteojos protectores.

Se debe usar protección para los ojos en todas las prácticas de laboratorio. Antes de comenzar un ejercicio práctico de laboratorio, repase las instrucciones sobre seguridad y vea cuál es el equipo de protección necesario.

### **Uso de casco**

Muchos lugares de trabajo requieren del uso de un casco, en especial en la construcción. Muchos empleadores proveen cascos o hacen que los instaladores compren uno propio. Los cascos pueden estar pintados con los colores o logotipos de la empresa para identificar que la persona que lo está utilizando pertenece a una organización determinada. Al comprar un casco para uso personal, no lo decore sin obtener el permiso de su empleador. La OSHA no permite que se peguen calcomanías sobre el casco ya que pueden ocultar la presencia de fisuras.

Revise el casco periódicamente para verificar que no haya fisuras. Un casco que tiene fisuras puede no proteger la cabeza de forma adecuada. Para que los cascos brinden una protección efectiva, deben estar correctamente ajustados. Ciña la cinta interna y asegúrese de que le quede ajustado y cómodo. Se requiere el uso de casco cuando se trabaja sobre una escalera de mano y, con frecuencia, cuando se trabaja en una construcción nueva.

## **4 Proceso de instalación**

Cuatro fases cubren todos los aspectos de un proyecto de cableado:

**Fase de preparación:** En la fase de preparación, se instalan todos los cables en los techos, paredes, conductos del piso, y conductos verticales.

**Fase de recorte:** Las tareas principales durante la fase de recorte son la administración de los cables y la terminación de los hilos.

**Fase de terminación:** Las tareas principales durante la fase de terminación son: prueba de los cables, diagnóstico de problemas y certificación.

**Fase de asistencia al cliente:** En esta etapa, el cliente inspecciona la red y se le presentan los resultados formales de las pruebas y otra

documentación, como, por ejemplo, dibujos de la instalación terminada. Si el cliente está satisfecho, aprobará el proyecto. La compañía que instala el cableado ofrece asistencia constante al cliente si surgen problemas con el cableado

### **Etapas de preparación**

Durante la fase de preparación el cableado se tiende desde el área de trabajo, o de clasificación, a las salas individuales o áreas de trabajo. Se rotula cada cable en ambos extremos para permitir su identificación. En el área de trabajo, se debe tender cable adicional de modo que haya suficiente para trabajar durante la terminación. Si un cable va a pasar detrás de una pared, se saca en el extremo de terminación para que esté listo para la terminación en la etapa siguiente.

Una construcción nueva por lo general representa un desafío menor que una remodelación porque existen menos obstrucciones. La mayoría de las construcciones nuevas no requieren de una planificación especial. Las estructuras que sirven de apoyo a los cables y terminales se construyen, por regla general, según se necesiten. Sin embargo, es esencial la coordinación en el sitio de trabajo. Los otros trabajadores deben conocer las ubicaciones de los cables de datos para evitar que se dañen los que han sido instalados recientemente.

La operación de instalación de cableado comienza en el área de clasificación. Esta área por lo general se encuentra cerca de la TR ya que en ella se terminarán los extremos de todos los cables. La preparación adecuada del equipamiento ahorrará tiempo durante el proceso de tendido de cable. Los distintos tipos de tendidos de cable requieren diferentes configuraciones de equipo. El cableado de distribución de la red normalmente utiliza varios carretes pequeños de cable. El cableado backbone en general necesita un solo carrete de cable grande.

### **Instalación del cableado horizontal**

Un cable horizontal es el que va de la HC a la toma del área de trabajo. El cable puede ir en sentido horizontal o vertical. Durante la instalación del cableado horizontal, es importante seguir las siguientes pautas:

Los cables siempre deben ser tendidos de forma paralela a la pared.

Los cables nunca deben tenderse cruzando el techo en sentido diagonal.

El trayecto del cableado debe ser el más directo con la menor cantidad de curvas posibles.

Los cables no deben colocarse directamente sobre tejas en el techo.

Una vez instalado el cableado backbone, se debe instalar el cableado horizontal de distribución de la red. El cableado de distribución de la red brinda conectividad a la red desde el cableado backbone. El cableado de

distribución de la red, por lo general va desde las estaciones de trabajo de vuelta hasta la TR, donde se interconecta al cableado backbone.

### **Instalación del cableado horizontal en conductos**

La instalación de cableado horizontal en conductos requiere configuraciones y procedimientos similares al de la instalación de cables en un techo abierto. Las poleas no son necesarias debido a que los cables están apoyados en los conductos. Aunque el planeamiento inicial es el mismo, hay algunas técnicas especiales y consideraciones a tener en cuenta cuando se tiende cableado en conductos.

Los conductos deben ser lo suficientemente grandes como para dar cabida a todos los cables que se tiendan. Los conductos nunca deben llenarse a más del 40 por ciento de su capacidad. Hay gráficos que muestran el número máximo de cables que pueden entrar en un conducto determinado. También se debe tener en cuenta la longitud del tendido y el número de curvas de 90 grados dentro del conducto. La longitud del conducto no debe superar los 30 m (98 pies) sin que haya una caja para tracción y no debe tener más de dos curvas de 90 grados. Los tendidos de cable largos requieren conductos de radio largo para las curvaturas. El radio estándar para un conducto de 10 cm (4 pulgadas) es de 60 cm (24 pulgadas). En tendidos más largos, se debe usar un conducto con un radio de por lo menos 90 cm (35 pulgadas).

### **Canaletas**



**Figura 1 Canaletas**

Una canaleta es un canal que contiene cables en una instalación. Las canaletas incluyen conductos comunes de electricidad, bandejas de cables especializadas o bastidores de escalera, sistemas de conductos incorporados en el piso, y canaletas de plástico o metal para montar sobre superficies. La Figura 1 muestra canaletas para montar sobre superficies, que se usan cuando no hay un lugar donde meter el cable. Las canaletas de plástico para montar sobre superficies vienen en varias medidas para acomodar cualquier

cantidad de cables. Son más fáciles de instalar que los conductos metálicos y son mucho más atractivas.

### **Tendido de los cables hasta los jacks**

En el área de trabajo, se deben tender los cables hasta un jack o toma. Si se utilizan conductos para tender cables detrás de la pared desde el techo hasta las tomas, se puede insertar una cinta pescacable o sonda dentro de la caja de la toma en un extremo del conducto y empujar hacia arriba por el conducto hasta el techo. Luego se puede unir el cable directamente a la cinta pescacable y tirar hacia abajo desde el techo, y hacia fuera por la caja de toma.

Algunas paredes, tales como las de hormigón o ladrillo, no pueden tener tendidos de cables detrás de ellas. En estos casos se utilizan canaletas para montar sobre la superficie. Antes de instalar los cables, las canaletas para montar sobre la superficie deben estar aseguradas contra la pared según indiquen las instrucciones del fabricante. Una vez que se ha tendido el cable hasta las tomas, el instalador vuelve a la TR para tirar del cable en ese extremo.

### **Fijación del cable**



**Figure 1 Ataduras de gancho**

El último paso del proceso de preparación es asegurar los cables de forma permanente. Como se ve en la Figura 1, existen muchos tipos de fijadores, como los ganchos J, y las ataduras de gancho y bucle. Nunca se deben atar los cables de la red a los de electricidad. Esta puede parecer la manera más práctica de hacer las cosas, en especial cuando se trata de cables individuales o pequeños grupos de cables. Sin embargo, esto viola los códigos sobre electricidad. Nunca se debe fijar cables a los caños de agua o del sistema de

riego.

Los cables de red de alto rendimiento tienen un radio mínimo de curvatura que no puede ser mayor que cuatro veces el diámetro del cable. Por lo tanto, se deben usar fijadores que admitan el radio mínimo de acodamiento. El espacio entre fijaciones puede definirse en las especificaciones del trabajo. Si no se especifica el espaciado, los fijadores deben estar colocados a intervalos no mayores de 1,5 m (5 pies). Si se instala en el techo una bandeja de cable o canasto, no se necesita una fijación permanente.

### **Precauciones en el tendido de cableado horizontal**

Es importante que no se dañe el cable o su revestimiento cuando se tira de él. La tensión excesiva o las curvas pronunciadas que excedan el radio de acodamiento puede disminuir la capacidad del cable para transportar datos. Instaladores situados a lo largo del trayecto de tracción deben controlar que no haya obstáculos o lugares de posibles enganchamientos antes de que el daño ocurra.

Se deben tomar varias medidas de precaución al tender un cableado horizontal:

A medida que el cable ingresa al conducto, puede quedar atrapado o raspase al final del mismo. Use una protección plástica o cubierta en el conducto para evitar este tipo de daños al revestimiento.

La tracción excesiva en torno a curvas de 90 grados puede hacer que el cable se aplane, aun cuando se usen ruedas de giro y poleas. Si la tensión de tracción es excesiva, acorte la distancia de tracción y hágalo en varias etapas. La tensión de tracción para cables de par trenzado no debe superar los 110 N (25 lbf) y para los de fibra óptica, los 222 N (50 lbf)

Cuando se utiliza un pasador de cable o malacate para traccionar, es importante tirar suavemente y sin parar. Después de comenzar a tirar, trate de continuar hasta haber terminado. Detenerse y comenzar de nuevo puede someter al cable a una tensión adicional.

### **Montaje de jacks en muro seco**

#### **NORMAS DE SEGURIDAD**

Siempre que trabaje en paredes, techos o áticos, lo primero que debe hacer es desconectar la alimentación eléctrica de todos los circuitos que pueden pasar a través de esas áreas de trabajo. Si no está claro cuáles son los cables que pasan por la sección del edificio donde se está trabajando, se recomienda desconectar toda la alimentación de energía eléctrica.

**ADVERTENCIA:** ¡Nunca, jamás, toque los cables de alimentación eléctrica! Incluso si piensa que ha desconectado toda la alimentación eléctrica del área donde está trabajando, no hay forma de saber si tienen corriente.

Antes de comenzar a trabajar, aprenda dónde están ubicados los extintores de incendios correspondientes a esa área.

Use ropa adecuada. Los pantalones largos y las mangas largas ayudan a proteger los brazos y las piernas. Evite usar ropa muy floja o suelta ya que ésta puede quedar atrapada.

Si piensa trabajar en un techo falso, inspeccione el área. Esto se puede hacer levantando algunas tejas del techo y echando una mirada. Esto lo ayudará a ubicar los conductos eléctricos, los conductos de aire, el equipo mecánico y cualquier otro elemento que pueda provocar problemas posteriormente.

Proteja sus ojos con anteojos de protección cuando corte o trabaje con sierra. Es una buena idea usar anteojos de protección cuando trabaja en un espacio reducido o arriba de un techo falso. Si algo cae desde arriba, o en la oscuridad, sus ojos estarán protegidos.

Consulte al ingeniero de mantenimiento del edificio para saber si hay amianto, plomo o PBC en el área donde se llevará a cabo el trabajo. De ser así, siga todas las ordenanzas gubernamentales que se refieren a ese material. Mantenga el área de trabajo ordenada y pulcra. No deje herramientas en el piso en lugares donde se pueda tropezar con ellas. Tenga cuidado con las herramientas que tienen cables de extensión largos. Al igual que con las herramientas, es muy fácil tropezar con estos cables.

Para montar un jack RJ-45 en muro seco, siga estos pasos:

1. Seleccione una posición para el jack que se ubicará a 30-45 cm (10–15 pulgadas) sobre el nivel del piso. Perfore un agujero pequeño en la ubicación seleccionada. Verifique si hay obstrucciones detrás de los agujeros doblando un trozo de alambre, insertándolo en el agujero y haciéndolo girar en círculo. Si el alambre se choca contra algo, sabrá que hay una obstrucción y que deberá seleccionar una nueva ubicación en un punto más lejano al del primer agujero. Luego repita el procedimiento hasta que encuentre una ubicación que no esté obstruida.

***PRECAUCIÓN*** Siempre que trabaje con paredes, techos o áticos, es sumamente importante que recuerde lo siguiente: ¡desconecte la alimentación de todos los circuitos que van hacia o atraviesan el área de trabajo! Si no está claro cuáles son los cables que pasan por la sección del edificio donde se está trabajando, se recomienda desconectar toda la alimentación de energía eléctrica.

2. Determine el tamaño de abertura que necesitará para la caja que contendrá el jack. Esto puede hacerse trazando el contorno de la plantilla que se suministra con la caja o la consola.

3. Antes de realizar la perforación en la pared, utilice un nivel de carpintero para asegurarse de que la abertura no quede torcida. Use una cuchilla para realizar la abertura. Hunda la cuchilla a través del muro seco, dentro del contorno de la plantilla, hasta tener una abertura lo suficientemente amplia como para que entre la cuchilla de una sierra caladora o sierra para muro seco.

4. Inserte la sierra en el hueco y corte hasta llegar al borde del contorno marcado con lápiz. Continúe cortando con cuidado a lo largo de la línea hasta que el trozo de muro seco pueda retirarse. Asegúrese de que la caja o la consola quepa en la abertura.

5. Si usa una caja para empotrar el jack, no la fije hasta que no haya podido acercar el cable a la abertura.

### **Montaje de jacks en yeso**

Resulta mucho más difícil cortar una pared de yeso que cortar en una pared de muro seco (drywall). Para lograr los mejores resultados, siga estos pasos:

1. Determine cuál es la ubicación adecuada para el jack.
2. Use un martillo y un cincel para eliminar el yeso de la pared de modo que la placa que está ubicada detrás del yeso quede a la vista.
3. Use una cuchilla común para retirar todo el yeso de la placa.
4. Coloque una plantilla, en posición plana, contra la placa, de manera que se superponga a tres listones de igual manera, en la parte superior e inferior de la apertura. Trace una línea alrededor de la plantilla. Use una sierra eléctrica para retirar el listón completo de la placa expuesto en la parte central de la apertura.
5. Realice varios cortes pequeños sobre todo el listón, primero en un lado y luego en el otro. Continúe haciendo estos pequeños cortes hasta que haya atravesado el centro del listón completamente.

***PRECAUCIÓN*** Sea muy cuidadoso al hacer esto. Si intenta cortar directamente todo un lado antes de pasar a cortar el otro lado, la sierra hará que el listón vibre cuando realice el segundo corte. Esto puede hacer que el yeso alrededor de la abertura se resquebraje y se separe del listón.

6. Termine de preparar la abertura retirando las partes necesarias de los listones de la placa, en la parte superior e inferior. Para lograrlo, corte en sentido vertical a lo largo de los lados del agujero. Realice varios cortes pequeños, primero en un lado y luego en el otro. Continúe hasta que los listones estén marcados a nivel con la parte superior e inferior del agujero. Ahora corte una curva en la parte inferior del listón, desde la esquina superior derecha hasta la inferior izquierda. Rebaje la curva de modo que quede plana justo antes de que llegue a la esquina. Retire el listón, que deberá caer cuando el corte llegue a la esquina. Dele vuelta a la sierra y corte a lo largo de la base del agujero hasta alcanzar la otra esquina. Lo que queda del listón caerá solo. Repita el procedimiento en la

parte superior del listón.

### **Montaje de jacks en madera**

Para preparar la madera para realizar el montaje empotrado de un jack, siga estos pasos:

1. Elija el lugar donde va a colocar la caja. Recuerde que si coloca un jack RJ-45 sobre un zócalo de madera, debe evitar cortar la abertura para la caja dentro de los 5 cm (2 pulgadas) inferiores.
2. Use la caja como plantilla y realice el trazado por el contorno. Perfore un agujero de inicio en cada rincón del contorno.
3. Inserte una sierra caladora para contornear en uno de los agujeros y corte por el contorno hasta llegar al siguiente agujero. Dele vuelta a la sierra y siga cortando hasta que pueda retirar la pieza de madera.

### **Realización del montaje empotrado de un jack en una pared**

Luego de preparar la abertura en la cual irá el jack, colóquelo en la pared. Si está usando una caja para montar el jack, sostenga el cable y páselo a través de una de las ranuras de la caja. Luego, empuje la caja hacia dentro de la apertura de la pared. Use los tornillos para fijar la caja a la superficie de la pared. A medida que ajusta los tornillos, la caja quedará más ajustada a la pared.

Si está montando el jack en una consola plana de bajo voltaje, algunas veces llamada “adaptador de pared” o “caja de trabajo antigua”, colóquelo ahora en posición. Ubique la consola contra la abertura de la pared con la parte lisa hacia afuera. Empuje las bridas superior e inferior hacia atrás, de manera que la consola se ajuste a la pared. Entonces, empuje un lado hacia arriba y el otro hacia abajo para montar la consola de forma segura.

### **Tendido de los cables hasta los jacks**

Se debe pasar el cable hasta el jack o la toma en el extremo correspondiente al área de trabajo del cableado. Si se utilizan conductos para tender cables detrás de la pared desde el techo hasta las tomas, se puede insertar una cinta pescacable dentro de la caja de la toma en un extremo del conducto y empujar hacia arriba por el conducto hasta el techo. Luego, se puede unir el cable directamente a la cinta pescacable y tirar hacia abajo desde el techo, y hacia fuera por la caja de toma.

Si no hay conductos en las paredes, se puede pasar el cable por detrás de la pared. Primero, se hace un agujero en el muro seco en el sitio donde se ubica el jack. Tenga cuidado de no hacer un agujero demasiado grande. Luego perfore otro agujero en la placa superior de la pared. Este agujero debe tener un diámetro de 1–2 cm (0,4–0,8 pulgadas). Se hace descender una cinta pescacable a través del agujero superior, y el instalador debe tratar de encontrarla en el agujero inferior. Algunos instaladores usan un hilo con una



pesa, que dejan caer desde el agujero superior hacia abajo y lo fijan de modo que no pueda caerse por el agujero en forma accidental. En el agujero inferior, o toma, el instalador usa un gancho o percha de ropa para tratar de encontrar el hilo.

Una vez que se agarra el extremo de la cinta pescacable en la toma, se le ata una cuerda de tracción. Luego, se tira hacia arriba de la cinta pescacable hasta la ubicación original donde los cables se atan a una cuerda de tracción. Finalmente, la cuerda de tracción se baja hasta la toma con el cable unido a ella.

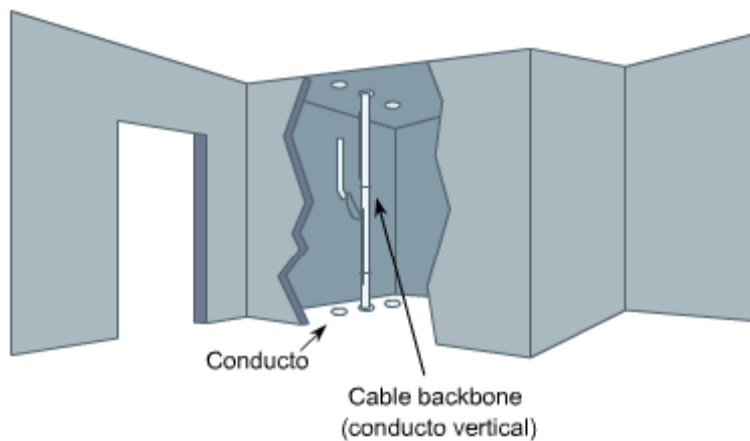
Como resulta obvio, no es posible colocar cables detrás de paredes de cemento o ladrillo. Para este tipo de pared es necesario colocar canaletas que se montan sobre la superficie. Antes de instalar los cables, las canaletas de montaje superficial deben estar aseguradas contra la pared según indiquen las instrucciones del fabricante. Una vez que se ha tendido el cable a través de las tomas, el instalador volverá a la sala de telecomunicaciones para terminar de pasar del cable en ese extremo.

### **Pescar cables por debajo de una pared**

Cuando se realiza el tendido de cableado horizontal en un edificio que tiene un sótano, se puede pescar el cable desde allí hacia las áreas de trabajo de la planta baja. Para hacerlo, siga estos pasos:

1. Perfore un agujero de 3,2 mm (1/8 de pulgada), en un ángulo, a través del piso, cerca de un zócalo.
2. Pase una percha o un pedazo de alambre rígido dentro del agujero para que pueda encontrar el lugar cuando esté en el sótano.
3. Vaya al sótano y ubique el alambre.
4. Use una cinta métrica para marcar un lugar debajo de las áreas de la pared. Esta marca debe estar ubicada a 57 mm (2 pulgadas) del agujero.
5. Perfore un nuevo agujero en este sitio. Este agujero debe tener un diámetro de 19 mm (0,7 pulgadas). A diferencia del primer agujero que se perforó en un ángulo, perfore este agujero bien recto a través del subsuelo y de la viga de apoyo.
6. Pase el cable hacia arriba a través de este segundo agujero hacia la abertura de la pared donde se debe ubicar la placa de pared del área de trabajo.
7. Asegúrese de dejar suficiente cable sobrante de modo que llegue hasta el suelo y se extienda otros 60-90 cm (2-3 pies).

## Instalación de cable vertical



**Figure 1 Cable vertical típico**

La instalación de un cable vertical puede incluir cables de distribución de la red y cables backbone. Aunque los cables backbone pueden tenderse en sentido horizontal, se consideran como parte del sistema de distribución vertical. Los cables de distribución de la red forman parte del sistema de distribución horizontal.

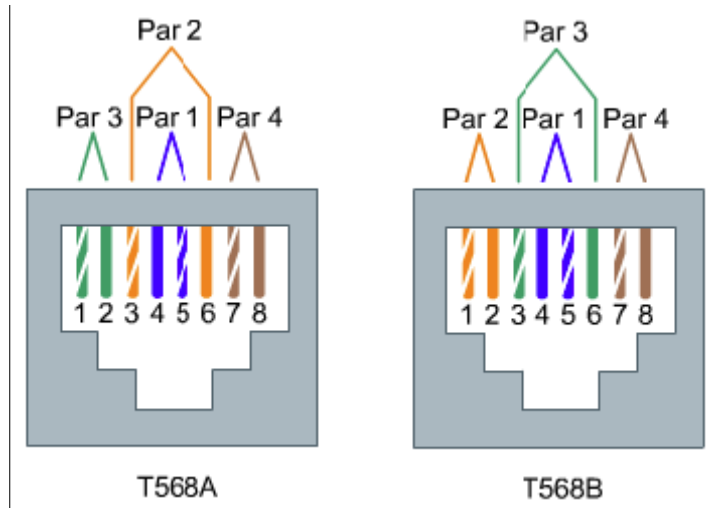
La mayoría de las instalaciones verticales se colocan en conductos, mangas de conductos que pasan a través de los pisos o en ranuras perforadas en el piso. Una apertura rectangular en el piso recibe el nombre de ranura o canaleta. Los conductos verticales son una serie de perforaciones en el piso, en general de 10 cm. (4 pulgadas) de diámetro, posiblemente con conductos instalados. En la Figura 1 se ve un típico conducto vertical. Las camisas del conducto pueden sobresalir hasta 10 cm. (4 pulgadas) por sobre y debajo del piso. No todos los conductos verticales están apilados uno directamente sobre el otro. Por lo tanto, se debería controlar la alineación del conducto vertical antes de pasar a la fase de preparación.

La instalación del cable vertical se realiza desde un piso superior hacia un piso inferior o viceversa. Generalmente, resulta más sencillo tender cables desde un piso superior hacia uno inferior ya que la gravedad facilita la tarea. Debido a que no siempre es posible acarrear grandes carretes de cable a los pisos superiores, hay veces en las que se debe tender los cables verticales desde un piso inferior. Cuando se tienden cables hacia abajo, en general, no es necesario el uso de ayudas mecánicas tales como un malacate para cable o tirante del cable, pero es necesario utilizar frenos en los carretes para evitar que el cable caiga desde altura.

## Terminación de medios de cobre

Los cables para comunicaciones tienen un código de colores para identificar cada par. El código de colores es el mismo para todos los cables de telecomunicaciones de América del Norte. El uso de los códigos de colores asegura uniformidad en la identificación de cada par del cable. Cada par coloreado del cable está asociado a un número específico.

### Código de color para cuatro pares



**Figura 1 Esquemas de cableado TIA/EIA-568-A y TIA/EIA-568-B**

En la mayoría de los cableados para datos y voz se utilizan cables UTP. Estos cables tienen cuatro pares de hilos trenzados en cada cable. El código de color para los cuatro pares es el siguiente:

- \_ Par 1 – Blanco-Azul /Azul
- \_ Par 2 – Blanco-Anaranjado /Anaranjado
- \_ Par 3 – Blanco-Verde /Verde
- \_ Par 4 – Blanco-Marrón /Marrón

El par 1 siempre está ubicado en los pins 4 y 5 en un conector o jack de 8 pins. El par 4 siempre está ubicado en los pins 7 y 8 en un conector o jack de 8 pins. Los otros pares tienen diferente apariencia según el esquema de colores utilizado. En la Figura 1 se muestran diferentes esquemas de cableado.

Siempre deberá utilizarse T568A o T568B para este esquema de cableado. Nunca deberá crearse un nuevo esquema de cableado ya que cada cable tiene un fin específico. Si el cableado no estuviera conectado correctamente, los dispositivos que se encuentran conectados en ambos extremos no podrán comunicarse o experimentarán un rendimiento sumamente degradado. Si la instalación se hiciera en un edificio nuevo, la elección del uso de

T568A o de T568B probablemente esté determinada por el contrato. Si se les deja la decisión a los instaladores, utilice el esquema que más se utilice en el área. Si ya hubiera un cableado previo en el edificio que sea T568A o T568B, siga el esquema existente. Recuerde que cada instalador del grupo debe utilizar el mismo esquema de cableado.

A veces, existe confusión sobre los números de pares y los números de pins. Un pin se encuentra en una ubicación específica en un conector o jack. Los pares de color son siempre los mismos. Por ejemplo, el par 2 es siempre el par blanco/anaranjado. Sin embargo, en un jack RJ-45, el par 2 puede conectar los pins 3 y 6 o los pins 1 y 2 según se utilice T568A o T568B.

### **Tomas y jacks RJ-45**



**Figura 1 Jack RJ-45**

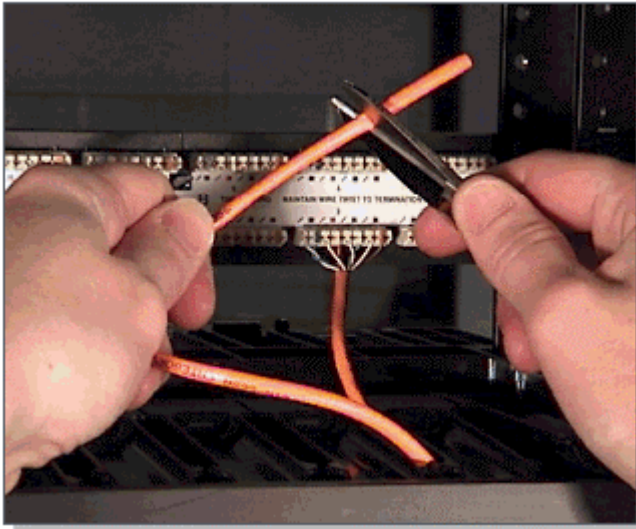
Los jacks RJ-45 son jacks de 8 conductores diseñados para aceptar conectores RJ-45 o RJ-11. En la Figura 1 se muestra un jack RJ-45. Los jacks deben cablearse de acuerdo con los estándares T568A o T568B.

Las tomas RJ-45 tienen ocho pins que podrán adaptarse a hasta cuatro pares de hilos. Como sucede con las tomas y jacks RJ-11, el par 1 siempre termina en los pins centrales, que son los pins 4 y 5. El par cuatro o el par blanco/marrón siempre termina en los pins 7 y 8. Los pares 2 y 3 pueden diferir según el plan de cableado. Si se aplica T568B, el par 2, o el par blanco/anaranjado termina en los pins 1 y 2. El par 3 o par blanco/verde termina a los pins 3 y 6. Si se aplica T568A, se invierten los pares 2 y 3. Por lo tanto, el par 2 termina en los pins 3 y 6 mientras que el par 3 termina en los pins 1 y 2.

El extremo del cable horizontal en el área de trabajo se termina usualmente en un jack RJ-45 a menos que se use un punto de consolidación o MUTOA. En este caso, el cable horizontal se terminará directamente en el punto de consolidación, o por un conector RJ-45 cuando se usa un MTUOA. El otro extremo del cable se terminará típicamente en el cuarto de telecomunicaciones con un jack RJ-45 cuando se usa paneles de conexión

modulares o directamente a un panel de conexión estándar.

### **Etapas de recorte**



**Figure 1 Corte del cable a la longitud adecuada**

En la fase de preparación para la instalación de los cables, debe haberse dejado cable sobrante en ambos extremos del tendido. Estos espirales de cables se utilizan para recoger el sobrante y facilitar cambios posteriores. El exceso de cable en ambos extremos se conoce como cable sobrante. Los estándares EIA/TIA no aprueban el uso del cable sobrante. Es común tener 1 m. (3 pies) de exceso de cable saliendo de un jack de pared al final de la etapa de preparación. Una TR estándar, donde terminan cientos de cables, puede llegar a tener de 2 a 3 m. (6 a 10 pies) de extremos sobrantes.

Aunque esto parece un desperdicio, los instaladores experimentados saben que el cable sobrante da mayor flexibilidad al tendido de cables y un mayor acceso a los cables al probar y preparar cables individuales. Los instaladores novatos generalmente cortan el cable demasiado corto. Siempre es posible cortar el excedente, pero un cable corto no puede estirarse. Si un cable es demasiado corto, la única alternativa es pasar otro. Esta es una alternativa costosa en términos de mano de obra y tiempo.

Si hubiera 1 m. (3 pies) de cable saliendo de la pared en la ubicación de un jack, se recomienda recortarlo a aproximadamente 25 cm (10 pulgadas). Se debería aplicar un nuevo rótulo al cable a una distancia de aproximadamente 15 cm (6 pulgadas) desde el extremo. Se pela el revestimiento alrededor de 5 a 7 cm (2 a 3 pulgadas) para exponer los pares trenzados individuales. La terminación final del jack no debe tener más de 1,27cm. (0,5 pulgadas) de destrenzado de los pares de cables. Debe cortarse el excedente del conductor en la terminación final, según muestra la Figura 1.

El jack se termina con aproximadamente 15 a 20 cm. (6 a 8 pulgadas) de cable saliendo de la pared. El excedente de cable se enrolla cuidadosamente en la pared o en una caja en la pared al instalar el jack. Este excedente de cable se puede utilizar para volver a terminar el jack en otra ocasión. También puede utilizarse para retirar la tapa frontal de la caja y agregar otro jack a la toma. En las terminaciones de las estaciones de trabajo, es común que los cables del jack pierdan contacto con los pins. Esto ocurre porque, a menudo, los usuarios de las estaciones de trabajo, tiran, patean o estiran el cable de conexión con el área de trabajo.

### **Terminación o inserción a presión**



**Figura 1 Cuchilla de terminación removable**

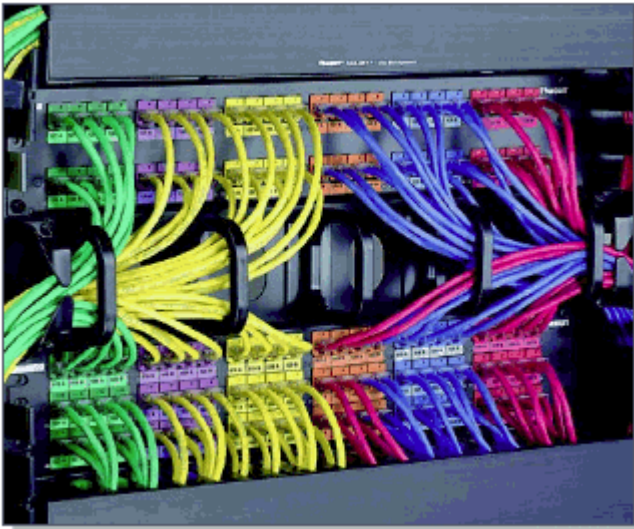
La terminación de los cables de comunicación de una TR se conoce algunas veces como inserción a presión. Los cables también se insertan a presión en los bloques de terminación que están montados sobre la pared y en la parte posterior de los paneles de conexión.

Se insertan los hilos en las correspondientes ubicaciones de los bloques de terminación. Luego se coloca la herramienta de inserción a presión sobre los hilos. Según el tipo de herramientas de terminación que se utilicen, se podrán cambiar las cuchillas reemplazables de la herramienta de terminación para adaptarse al tipo de terminación. La Figura 1 muestra una cuchilla removible. Al ejercer presión sobre la herramienta, la tensión del resorte aumenta a tal punto que un mecanismo se dispara liberando energía almacenada en el resorte. Instantáneamente, el hilo queda fijado entre las dos conexiones de desplazamiento del aislamiento y se corta el excedente de hilo en una sola operación. Esta conexión recibe el nombre de desplazamiento del aislamiento porque el aislamiento es empujado y desviado por los puntos de

contacto del terminal.

Las conexiones de desplazamiento del aislamiento proporcionan una conexión segura y hermética al gas. Esto significa que la conexión real no está expuesta a la atmósfera ya que el aislamiento desplazado queda firmemente presionado contra el bloque. Esto resulta fundamental para brindar conexiones de larga duración y a prueba de corrosión. Los paneles de conexión y los bloques 110 generalmente se utilizan en redes de datos. Los bloques 110 también se usan en aplicaciones de voz.

### **Administración de cables**



**Figura 1 y 2 Administración de cables**

Algunos sistemas de terminación vienen con un esquema de administración de hilos ya incorporado. Los bloques 110 utilizan cajas y espaciadores de plástico entre los bloques. Las cajas pueden usarse tanto vertical como horizontalmente. Las instalaciones montadas sobre bastidor incorporan gran variedad de dispositivos para la administración de cables, como muestra la

Figuras 1 y 2. Algunas utilizan una combinación de cajas y aros D.

Al comprar sistemas de administración de cables, tenga en cuenta lo siguiente:

El sistema debe evitar que los cables se aplasten y que los cables excedan el radio mínimo de curvatura.

El sistema debe ser ampliable; es decir, si fuera necesario, debe dar cabida a cables adicionales.

El sistema debe ser flexible de modo que los cables ingresen desde cualquier dirección.

El sistema debe ofrecer una transición sin complicaciones a los trayectos horizontales de modo que no se dañe el cable y no exceda el radio máximo de acodamiento.

El sistema debe ofrecer una transición sin complicaciones a los trayectos horizontales de modo que no se dañe el cable y no exceda el radio mínimo de curvatura.

### **Rotulación detallada**

La rotulación es otra parte importante de los sistemas de cableado estructurado. Los cables deben estar claramente rotulados en ambos extremos para evitar confusión. TIA/EIA-606-A especifica que cada terminación de los cables debe tener un identificador exclusivo marcado sobre la unidad o sobre su etiqueta. Cuando se utilizan identificadores en áreas de trabajo, las terminaciones de estaciones deben tener un rótulo en la placa, el bastidor o el conector mismo. La mayoría de las solicitudes de propuesta y especificaciones exigen rótulos generados por computador. Estos rótulos son permanentes, legibles y tienen una apariencia más profesional. Utilice rótulos que puedan ser leídos con facilidad por muchos años. Muchos administradores de redes incluyen los números de las oficinas en la información del rótulo y asignan letras a cada cable que conduce a una oficina. Muchos sistemas de identificación para grandes redes también utilizan códigos de color.

Para asegurarse de que los rótulos no se borren o se corten en el futuro, marque el cable varias veces en el extremo libre, aproximadamente cada 60 cm. (24 pulgadas). Una vez tendido el cable, repita el procedimiento en el extremo de la caja o del carrete. Utilice cinta aisladora para que todos los cables queden asegurados y juntos de forma segura. Ate los extremos del cable y el extremo de la cuerda de tracción, únalos atando nudos de media vuelta alrededor de los cables con la cuerda de tracción antes de encintar los extremos. Use una buena cantidad de cinta. Si la cuerda de tracción o los cables se salen en el futuro, esto podría costarle tiempo y dinero.

Después de pasar el cable a lo largo del trayecto seleccionado, hágalo llegar a la TR. Haga pasar suficiente cable por los extremos para así alcanzar la ubicación de cada jack, más algo de excedente para poder llegar al piso y extenderse otros 60 a 90 cm. (24 a 36 pulgadas).



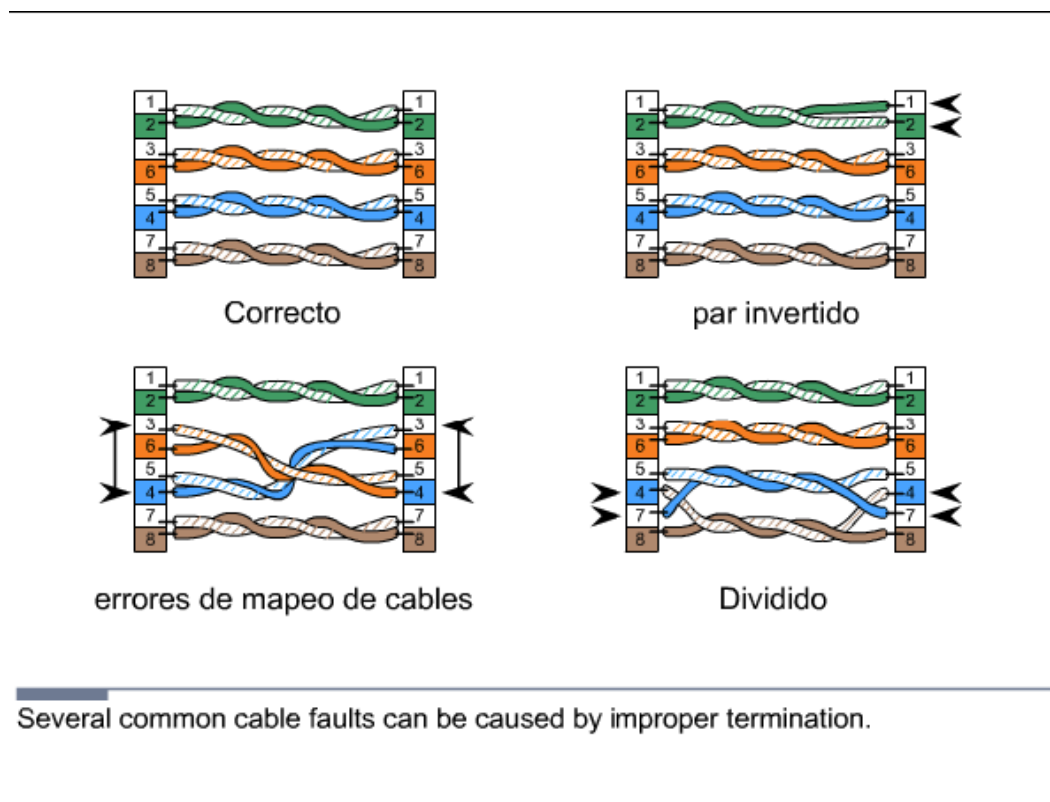
Regrese a los carretes de cable en el punto central o a la TR. Use rótulos en cada carrete como referencia. Luego, marque cada cable con el correspondiente número y letra de oficina. No corte los cables a menos que tengan un rótulo. Si sigue cada uno de estos pasos, los medios de networking utilizados para el tendido de cableado horizontal quedarán rotulados en ambos extremos.

## 5 Fase de finalización

Las herramientas de diagnóstico se utilizan para identificar los problemas potenciales y los existentes en una instalación de cableado de red.

Los analizadores de cables se utilizan para descubrir circuitos abiertos, cortocircuitos, pares divididos y otros problemas de cableado. Una vez que el instalador haya terminado un cable, éste deberá ser conectado a un analizador de cable para verificar que la terminación haya sido correctamente realizada. Si el cable está asignado al pin incorrecto, el analizador de cable indicará el error en el cableado. La caja de herramientas de cada instalador de cable debería incluir un analizador de cables. Una vez analizados los cables para determinar su continuidad, pueden certificarse por medio de medidores para certificación.

## Pruebas del cable



**Figura 1 Fallas en el cableado**

Un cortocircuito se produce cuando se tocan entre sí dos hilos y crean un cortocircuito no deseado en el recorrido de la señal, tal como se muestra en la Figura 1. Este cortocircuito completa el circuito antes de que el voltaje alcance el objetivo.

Las pruebas relacionadas con el funcionamiento de los cables figuran en TIA/EIA-568-B.1. La Figura 1 muestra las siguientes fallas de cables más comunes.

- **Circuitos abiertos:** Se producen cuando los hilos de un cable no recorren un trayecto continuo de punta a punta. Los circuitos abiertos generalmente se deben a una terminación incorrecta, rotura o cable defectuoso.
- **Cortocircuitos:** Se producen cuando los hilos de un cable se tocan entre sí y cortan el circuito.
- **Pares divididos:** Se producen cuando se mezclan los hilos entre los pares.
- **Errores de mapeo del cable:** Se producen cuando los hilos de un cable de par múltiple no terminan en los puntos correspondientes del conector que se encuentra en el extremo opuesto del cable.

Las pruebas simples de circuitos abiertos, cortocircuitos, pares divididos y errores de mapeo del cable generalmente se llevan a cabo en un solo extremo del cable.

### Verificación de cortocircuitos



Cortocircuito = cables desnudos que se tocan

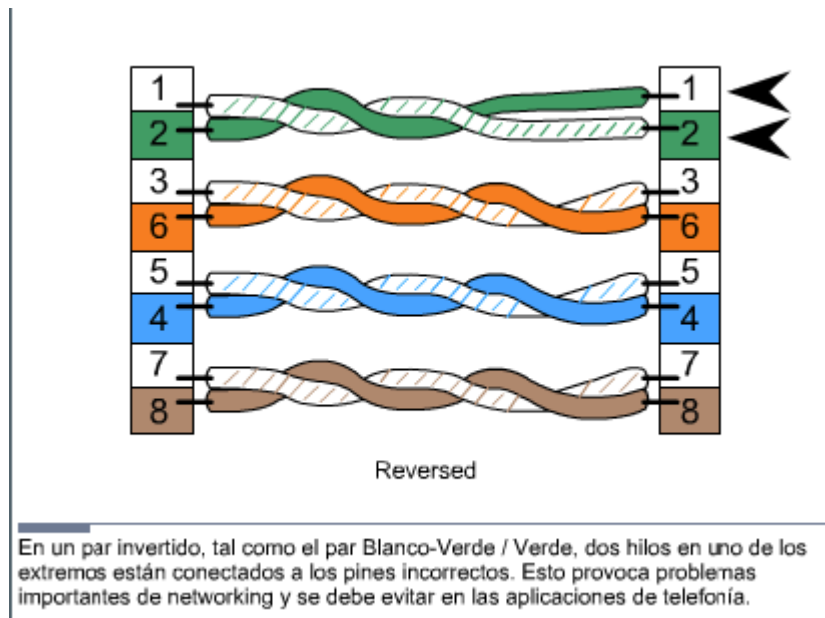
### Figura 1 Cortocircuito

Un cortocircuito se produce cuando se tocan entre sí dos hilos de un par y crean un cortocircuito no deseado en el recorrido de la señal, tal como se muestra en la Figura 1. Este cortocircuito completa el circuito antes de que el voltaje alcance el objetivo.

Para determinar si hay un cortocircuito, mida la continuidad o la resistencia entre los hilos. No se debería encontrar continuidad y debería haber una cantidad infinita de resistencia entre ellos. Utilice un ohmímetro con escala de baja resistencia para efectuar estas mediciones. Si se usa una escala de alta resistencia, lo que se mida puede ser la resistencia del cuerpo del

instalador cuando los hilos tocan las sondas. Algunos instaladores crean un pequeño dispositivo de prueba para evitar este problema. Muchas sondas de prueba pueden contar con pinzas deslizables de conexión instantánea. Estas pinzas pueden sostener uno de los hilos de modo que no se toquen ambos conductores al mismo tiempo

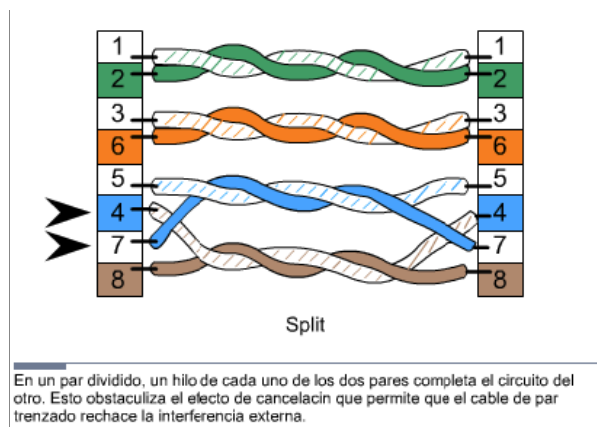
### Verificación de inversiones



**Figura 1 Inversión**

Se produce una inversión cuando un hilo de un par termina en la posición del otro hilo del par en el extremo opuesto del cable, como muestra la Figura 1. Para reparar un par invertido de un cable, se debe volver a terminar el extremo del cable que presenta la inversión en el par.

### Verificación de pares divididos



**Figura 1 Pares divididos**

Se producen pares divididos cuando los hilos están mezclados entre los pares, como muestra la Figura 1. Se puede utilizar un ohmiómetro para verificar las divisiones. Primero, verifique los pares para determinar la presencia de cortocircuitos. Si no hubiera cortocircuitos, genere uno en cada par. El ohmiómetro debería detectar un cortocircuito. Si se encuentra un circuito abierto, algo no está funcionando correctamente. El par está dividido o abierto. Entonces, se utiliza un generador de tonos para determinar si está dividido o abierto. Los equipos de análisis de mayor calidad detectan los pares divididos midiendo la diafonía que se produce entre los pares. También es posible utilizar un simple analizador de cables para inspeccionar los pares divididos. Este tipo de analizador utiliza LED que notifican inmediatamente si hay un problema de polaridad o de continuidad. Para reparar una división, se deberá retirar ambos conectores y se debe terminar el cable nuevamente.

### **Reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR)**

Un reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR) envía un pulso a través del hilo y luego monitorea los ecos electrónicos que se producen debido a problemas en el cable. Los TDR determinan si hay una falla en el cable y si se trata de un circuito abierto o un cortocircuito. Los TDS también pueden medir la distancia desde el medidor hasta la falla. La señal es reflejada al alcanzar el extremo opuesto del cable, o en el momento en el que encuentra un defecto en el cable. La velocidad de la señal recibe el nombre de velocidad nominal de propagación. Esta es una medida conocida para distintos tipos de cables. Cuando un analizador conoce la velocidad a la que viaja la señal, puede medir la longitud del cable midiendo la cantidad de tiempo que lleva para que la señal llegue y sea reflejada. La lectura del TDR generalmente está calibrada en pies o en metros. Si está correctamente ajustado y se usa de manera adecuada, el TDR resulta una manera eficiente de identificar los problemas del cable.

### **Certificación y documentación del cableado**

Realizar una prueba no es lo mismo que obtener una certificación. La prueba es de funcionalidad y determina si el hilo puede transportar señales de punta a punta. La certificación o la verificación del rendimiento, es una declaración acerca del rendimiento del cable. La certificación responde a las siguientes preguntas:

- . ¿Con qué eficiencia viaja la señal a través del cable?
- . ¿La señal está libre de interferencia?
- . ¿La señal es lo suficientemente fuerte como para llegar al extremo opuesto del cable?

## **Analizadores para la certificación**

Las pruebas de certificación prueban la funcionalidad y el rendimiento. Los sistemas de cableado estructurados que se ciñen a los estándares de instalación deben estar certificados. Los analizadores para la certificación realizan todas las pruebas de rendimiento necesarias para adherirse a los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B. La mayoría de los analizadores tienen una función de autoprueba que inicia todas las pruebas necesarias con tan sólo tocar un botón. Estos analizadores almacenan múltiples resultados de prueba que son descargados a un computador. Entonces, se genera un informe de la prueba y se le proporciona al cliente. Además de la certificación, estos analizadores incluyen funciones de diagnóstico que identifican problemas y muestran a qué distancia se encuentran estos problemas del extremo del cable que se prueba.

La verificación del rendimiento, generalmente, se realiza a una frecuencia de prueba ya establecida. Se selecciona la frecuencia para ejercitar el cable a una velocidad que será usual para la función que realice. Por ejemplo, un cable Categoría 5e se prueba a 100 MHz y uno de Categoría 6, a 250 MHz. La verificación del rendimiento se describe en TIA/EIA-568-B. El hardware y software de prueba moderno puede proporcionar informes tanto en texto como gráficos. Esto permite una fácil comparación y un rápido análisis. El proceso de certificación del cable proporciona una medición base del sistema de cableado. Cuando se establece un contrato, generalmente, se incluye un estándar de certificación como parte del mismo. La instalación debe cumplir o superar las especificaciones para el grado de cable que se utiliza. Se utiliza documentación detallada para demostrar al cliente que el cableado cumple con dichos estándares. Estos documentos se presentan al cliente.

El procedimiento de certificación constituye un importante paso en la completación del trabajo de cableado. Demuestra que los cables se desempeñaron de acuerdo a determinadas especificaciones. Todo cambio futuro que se produzca en el rendimiento del cable deberá ser atribuido a una causa específica. Será más sencillo descubrir la causa si existe evidencia documentada sobre el estado de los cables en una fecha anterior. Diferentes grados de cable requieren de diferentes resultados aceptables de prueba. Las categorías de cable más elevadas generalmente tienen mayores estándares de fabricación y mejor rendimiento.

## **Pruebas de certificación**

Para obtener una certificación, los cables deben cumplir o superar los resultados de prueba mínimos para su grado. Muchos resultados de prueba reales superarán el mínimo. La diferencia entre los resultados reales de prueba y los resultados máximos de prueba se conoce como sobrenivel. Un mayor sobrenivel indica una menor necesidad de mantenimiento del cable en el futuro. Estas redes son más tolerantes a cables de conexión y cables de

equipamiento de bajo grado.

Las especificaciones que se usan más comúnmente incluyen:

**Margen de frecuencia especificado:** Se prueba cada cable dentro de un margen de frecuencias que se utilizará durante el servicio diario. Mayor grado indica mayor margen.

**Atenuación:** La cantidad de señal que un cable puede absorber es la medida de su atenuación. Una menor atenuación indica conductores y cables de mayor calidad.

**Paradiafonía (NEXT):** Se produce cuando las señales que provienen de un par interfieren con otro par en el extremo cercano del cable. La diafonía puede afectar la capacidad del cable para transportar datos. La cantidad de NEXT que un cable debe ser capaz de tolerar está especificada para cada grado.

**NEXT de suma de potencia:** Cuando los cables utilizan todos los conductores, las señales de uno de los cables interfieren con varios pares. Para calcular el efecto de estos disturbios, es necesario considerar las interacciones entre todos los pares del cable. La medición de la ecuación de NEXT de suma de potencia hace esto.

**Relación entre atenuación y diafonía (ACR):** Esta relación indica la potencia relativa de la señal recibida al compararse con la NEXT o el ruido en el mismo cable. Esta medición también se conoce como relación entre señal y ruido (SNR), que también indica la interferencia externa.

**ACR de suma de potencia:** Cuando todos los pares de un cable se encuentran en uso, la interacción entre ellos se vuelve más compleja. Hay más hilos que participan, de modo que hay más interacciones mutuas. Las ecuaciones de suma de potencia ayudan a tener en cuenta este mayor disturbio mutuo.

**Telediafonía de igual nivel (ELFEXT):** Es la medición calculada de la cantidad de diafonía que se produce en el extremo más lejano del cable. Si esta característica está muy elevada, el cable no transporta bien las señales y la relación de ACR no está bien controlada.

**ELFEXT de suma de potencia:** Como sucede con otras mediciones de suma de potencia, la interacción entre múltiples pares en un mismo cable aumenta la complejidad de las características de la ELFEXT. La versión de suma de potencia de las mediciones tiene esto en cuenta.

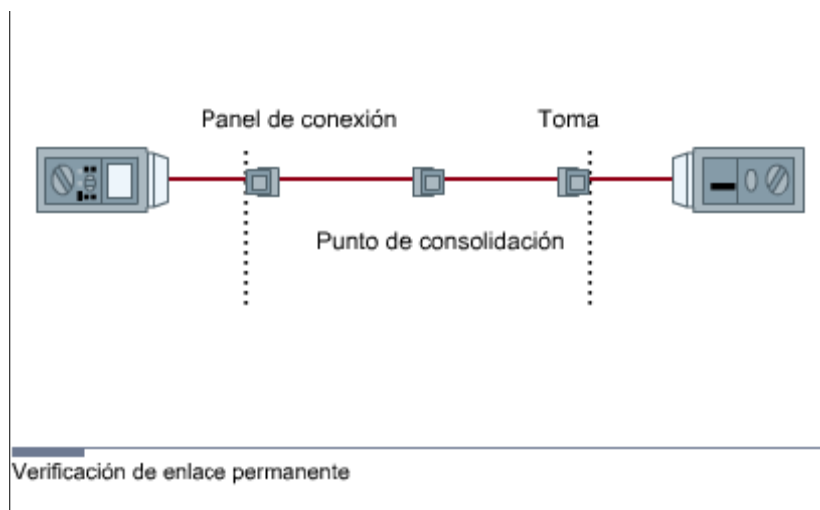
**Pérdida de retorno:** Parte de la señal que viaja a través del hilo rebota en imperfecciones como desacoplamiento en la impedancia. Puede reflejarse hacia el transmisor y constituir una fuente de interferencia. Esto se denomina pérdida del retorno.

**Retardo de la propagación:** Las propiedades eléctricas del cable pueden afectar la velocidad de la señal. El valor de este retardo se utiliza para realizar ciertas mediciones, como la reflectometría en

dominio de tiempo. El retardo de la propagación en un cable generalmente está especificado como una cantidad máxima permitida de retardo, en nanosegundos.

**Sesgo de retardo:** Cada par de un cable tiene un número diferente de trenzados. Las señales que ingresan a un cable al mismo tiempo probablemente no estén sincronizadas al llegar al extremo opuesto. Esto se denomina sesgo de retardo. Una terminación inadecuada puede aumentar los problemas si los cables son asimétricos respecto de sus pins conectores. La diferencia en el retardo de la propagación entre los hilos de un par de un cable también puede generar sesgo de retardo.

### Prueba de enlace y de canal



**Figure 1 Prueba de enlace permanente**

Los dos métodos de prueba que se utilizan son la prueba de canal y de enlace. La prueba de canal se realiza de punta a punta, desde la estación de trabajo o teléfono hasta el dispositivo situado en la TR. La prueba de canal mide todos el cable y los cables de conexión, incluyendo el cable que se extiende desde el jack hasta el equipo del usuario y el cable de conexión que se extiende desde el panel de conexión hasta el equipo de comunicación. La prueba de enlace sólo prueba el cable desde la pared hasta el panel de conexión de la TR. Hay dos tipos de prueba de enlace. La prueba básica de enlace comienza en el analizador de campo y finaliza en la unidad remota del analizador de campo en el extremo opuesto del enlace. La prueba de enlace permanente excluye las porciones de cable de las unidades de prueba de campo, pero incluye la conexión acoplada donde el cable se conecta al cable del adaptador en cada extremo, como se muestra en la Figura 1. La prueba de enlace permanente permite un punto de consolidación. Esto es aconsejable para instalaciones de cableado en oficinas abiertas y, por lo tanto, es más práctico.

La única prueba aceptada es la prueba de enlace permanente. La prueba del

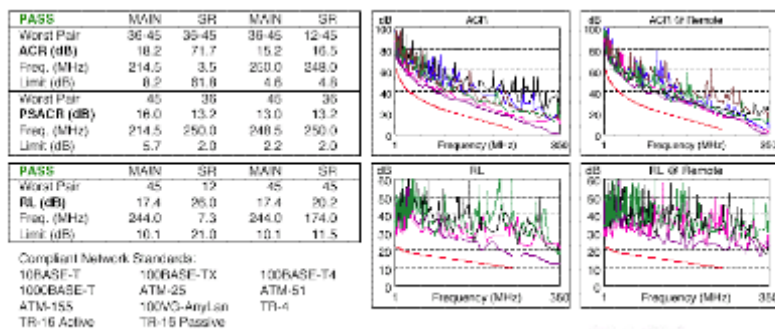
canal ha sido oficialmente eliminada por TIA/EIA-568-B.1.

## Consejos para la certificación

La interpretación de los resultados de las pruebas es tan importante como la detección de los problemas. Los instaladores pueden aprender a interpretar los resultados de las pruebas utilizando equipos de prueba en cables y circuitos que se encuentren en buenas condiciones. Esta práctica proporcionará una base de conocimiento sobre cómo utilizar adecuadamente el equipo de prueba y cómo deberían ser los resultados de las pruebas cuando los circuitos funcionan correctamente.

Para adquirir experiencia en el diagnóstico de fallas y la identificación de problemas, cree cables con problemas específicos. Observe la manera en que reaccionan los analizadores ante estos problemas. Practique identificando estos problemas basándose en los resultados de las pruebas para cables elegidos al azar. El tiempo invertido en la educación ayudará al instalador a identificar y reparar futuros problemas con rapidez.

## Documentación de certificación profesional



**Figura 1 Documentación de certificación de cable**

Muchas herramientas para la certificación de cables pueden exportar los resultados en formato de base de datos. Se pueden utilizar en un computador personal para generar documentos de alta calidad, como se muestra en la Figura 1.

El software de instalación en general viene con sofisticados analizadores de certificación. El software permite que el contratista presente los resultados de las pruebas al cliente de manera ordenada. El software elimina la necesidad de ingresar manualmente los resultados en una planilla electrónica. Los paquetes de software guardan los resultados de las pruebas, calificándolos como aprobado o desaprobado. Cuando se encuentran y se corrigen deficiencias, se vuelven a probar los diferentes elementos y éstos se presentan al cliente. En general, los clientes desean una copia electrónica y una impresa de los resultados de la prueba.

Para que sea útil, la documentación debe ser accesible. La presentación



electrónica asegura que los resultados siempre estén disponibles en caso de que se necesiten. El cliente debería recibir una copia impresa de los documentos del sistema terminado y los resultados de la certificación. Los instaladores deben guardar una copia en sus registros permanentes.

La documentación de la certificación resulta de importancia cuando surgen dudas sobre la calidad o precisión del trabajo de cableado. Muestra que en una fecha específica, los cables se instalaron en un orden específico y que podían transportar señales con un nivel de calidad específico. Los cambios con el tiempo en la capacidad del cable para transportar las señales podrán determinarse comparando las pruebas actuales con las anteriores.

Obstáculos inesperados, órdenes de cambio y actualizaciones de equipo de último momento pueden afectar a la documentación. Por lo tanto, es posible que la documentación que se utilizó para montar un sistema de cableado para red no sea representativa del sistema que en realidad se montó. Cada vez que se realice una modificación en el sistema de cableado, es importante conocer qué sucede en el sistema. De otra manera, los cambios podrían tener efectos impredecibles. Los documentos del sistema terminado pueden evitar este tipo de dificultades. Siempre genere documentos de cambio antes de proceder con los cambios.

### **Puesta en servicio**

La puesta en servicio es la transferencia de servicios existentes a un nuevo sistema de cable. También se usa para la instalación de un nuevo equipo en un sistema de cables recién instalado.

### **Pautas para la puesta en servicio**

Las puestas en servicios exitosas requieren una cuidadosa planificación, organización y atención al detalle. En la puesta en servicio, siga estas pautas para garantizar el éxito:

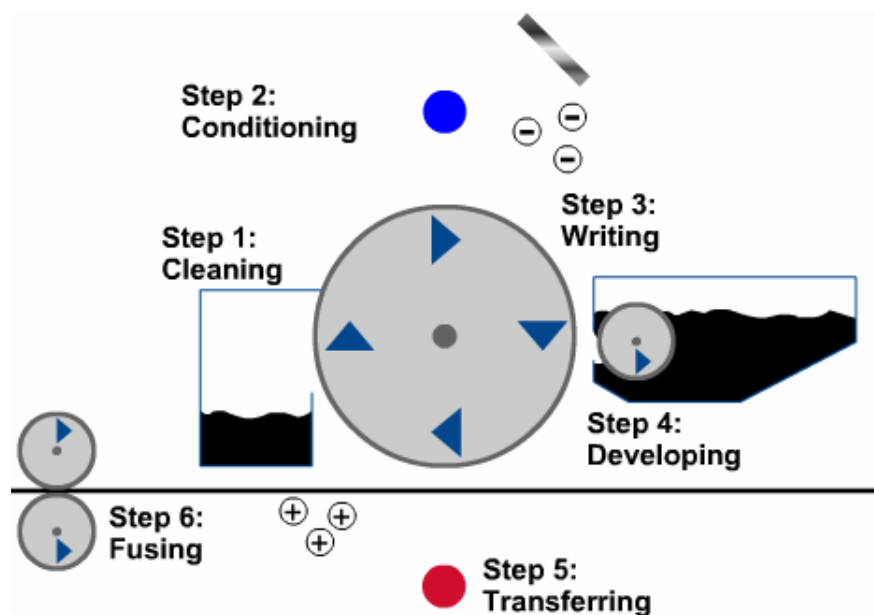
- Lleve registros detallados de la instalación. Estos registros verificarán que se han instalado todos los cables en las ubicaciones correctas.
- Pruebe cada cable que se instale.
- Desarrolle planos de distribución precisos. Los planos de distribución son un gráfico de los circuitos y de los cables sobre los que operan. El supervisor de la instalación normalmente desarrolla planos de distribución que recibe del cliente.
- Planifique la puesta en servicio para el momento que sea más adecuado para el cliente. Debido a que, en general, las puestas en servicio requieren que se desconecten algunos sistemas, a menudo se programan para la noche o para los fines de semana.

## Descripción del funcionamiento de las impresoras láser

Una impresora láser es un dispositivo rápido, de alta calidad, que utiliza un rayo láser para crear una imagen. La parte central de una impresora láser es el tambor electrofotográfico. El tambor es un cilindro de metal cubierto con un material aislante y sensible a la luz. Cuando un rayo láser golpea el tambor, éste se convierte en un conductor en el punto donde pega la luz. A medida que el tambor rota, el rayo láser dibuja una imagen electrostática en el tambor: la imagen. La imagen latente o sin desarrollar pasa por un acopio de tinta seca o tóner y lo atrae hacia ella. El tambor gira y coloca la imagen en contacto con el papel, el cual atrae el tóner del tambor. El papel pasa por un fusor, compuesto por rodillos calientes, que derrite el tóner en el papel.

### *Proceso de impresión:*

el proceso de impresión láser consta de seis pasos para imprimir información en una sola hoja de papel.



### *Paso 1: Limpieza*

Una vez que la imagen se depositó en el papel y el tambor se separó de éste, debe eliminarse el tóner restante del tambor. Es posible que la impresora tenga una cuchilla que raspe el exceso de tóner del tambor. Algunas impresoras utilizan voltaje de CA en un cable que elimina la carga de la superficie del tambor y permite que el exceso de tóner caiga. El exceso de tóner se almacena en un contenedor de tóner que se puede vaciar o desechar.

### *Paso 2: Acondicionamiento*

Este paso implica la eliminación de la imagen latente del tambor y el

acondicionamiento para una nueva imagen latente. Para realizar el acondicionamiento, debe colocarse un cable especial, una rejilla o un rodillo que recibe una carga negativa de aproximadamente -600 V de CC de manera uniforme en toda la superficie del tambor. La rejilla o el cable cargado se denomina corona principal. El rodillo se denomina rodillo de acondicionamiento.

### ***Paso 3: Escritura***

El proceso de escritura comprende el análisis del tambor fotosensible con el rayo láser. Cada parte del tambor expuesta a la luz tiene una carga de superficie reducida a aproximadamente -100 V de CC. Esta carga eléctrica tiene una carga negativa más baja que la del resto del tambor. A medida que el tambor gira, se crea sobre él una imagen latente invisible.

### ***Paso 4: Revelado***

En la fase de revelado, se aplica el tóner a la imagen latente del tambor. El tóner es una combinación de partículas de plástico y metal con carga negativa. Una cuchilla de control contiene el tóner a una distancia microscópica del tambor. Luego, el tóner pasa de la cuchilla de control a la imagen latente con carga positiva del tambor.

### ***Paso 5: Transferencia***

En este paso, el tóner adherido a la imagen latente se transfiere al papel. La transferencia, o corona secundaria, coloca una carga positiva en el papel. El tóner del tambor es atraído hacia el papel debido a que el tambor tiene carga negativa. Ahora la imagen está en el papel y se mantiene en su lugar gracias a la carga positiva.

### ***Paso 6: Fusión***

En este paso, el tóner se fusiona de manera permanente con el papel. El papel de impresión rueda por un rodillo caliente y un rodillo de presión. A medida que el papel pasa por los rodillos, el tóner suelto se derrite y se fusiona con las fibras del papel. Luego, el papel pasa a la bandeja de salida como una página impresa.

La siguiente regla mnemotécnica lo ayudará a memorizar el orden de los pasos del proceso de impresión láser: La Atención Evitará Retrasos Tediosos y Fastidiosos (Limpieza, Acondicionamiento, Escritura, Revelado, Transferencia, Fusión).

**ADVERTENCIA:** El cable o la rejilla de la corona principal o el rodillo de acondicionamiento pueden ser muy peligrosos. El voltaje puede alcanzar los -6000 V. Sólo técnicos certificados deben trabajar en la unidad. Antes de trabajar en el interior de una impresora láser, debe asegurarse de que el voltaje esté correctamente desconectado.