



MINI CURSOS DE VOZ Y DATOS PARA ARQUITECTOS

Parte 2

El cable de red no es como el cable eléctrico: por qué la canalización es el 80% del éxito

Cableado estructurado para arquitectos: lo que nadie le explica al instalador electrico

¿Deseas apoyar para que éste contenido sea gratuito para más personas?



¿Por qué el cable de red se trata diferente al eléctrico?

En la parte anterior de este mini curso hablamos del espacio físico: el cuarto de telecomunicaciones, la acometida y la topología en estrella. Ahora vamos al componente físico mas importante de toda la instalación: el cable de red.

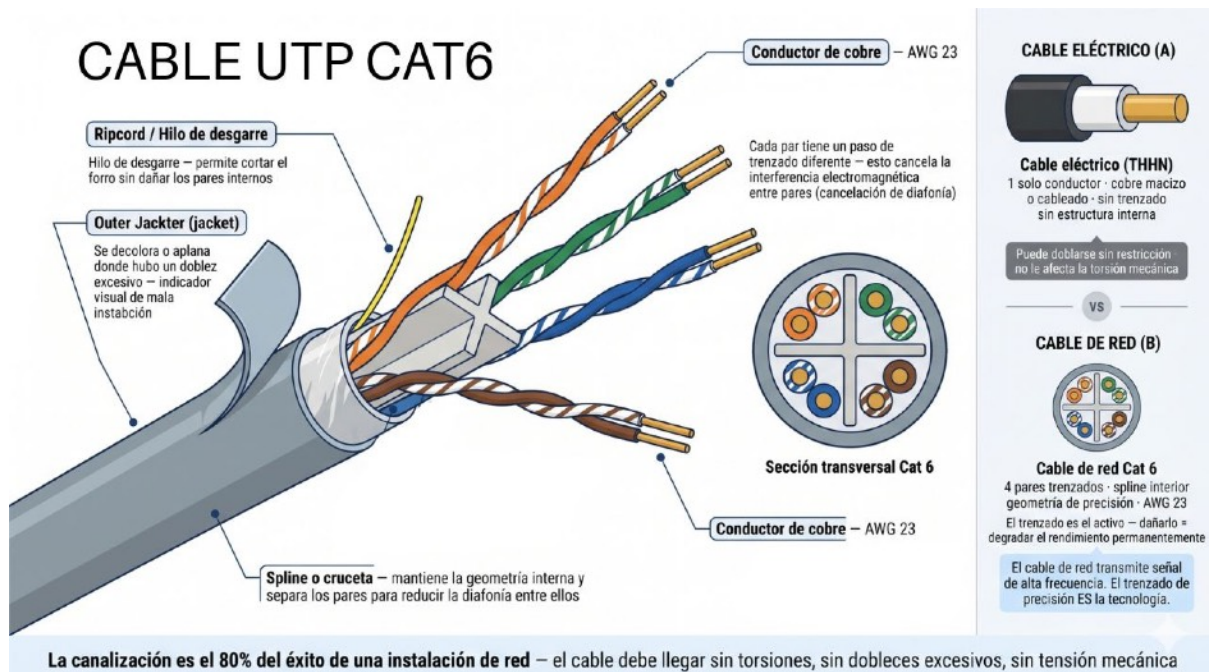
El error mas común que encontramos en obra — y que arruina instalaciones completas — es tratar el cable de red exactamente como el eléctrico: jalarlo con fuerza, doblarlo en ángulos cerrados, pasarlo por chalupas eléctricas. El resultado siempre es el mismo: red lenta, con perdida de paquetes, que el día de la entrega de obra simplemente no funciona.

La canalizacion es el 80% del exito de una buena instalacion de red:

No es exageración. Un cable categoría 6A perfectamente certificado instalado en una ducteria inadecuada tendrá peor desempeño que un Cat 5e bien canalizado. La ducteria define si el cable llega integro a su destino — o no llega.

¿Cómo está construido un cable de red?

A continuación un diagrama general de un cable de red UTP Cat6. Ponemos de ejemplo este cable por ser el más común a la fecha de ésta publicación, sin embargo sigue siendo ampliamente usado el cable Cat5E que por lo general no contará con la cruceta o spline que se muestra en el diagrama:



CATEGORÍA	ESTRUCTURA INTERNA	BLINDAJE	SPLINE / SEPARADOR	CALIBRE AWG
OBSOLETAS — REFERENCIA HISTÓRICA				
Cat 3 Obsoleta	4 pares UTP · trenzado mínimo · sin separador entre pares	● Sin blindaje	● No	AWG 24
Cat 5 Obsoleta	4 pares UTP · mejor trenzado que Cat 3 · pares sin separación	● Sin blindaje	● No	AWG 24
VIGENTES — INSTALACIONES ACTUALES EN MÉXICO				
Cat 5e Vigente	4 pares UTP · trenzado mejorado vs Cat 5 · mejor cancelación de diafonía (NEXT/FEXT)	● Sin blindaje (UTP)	● No	AWG 24
Cat 6 Vigente	4 pares UTP · trenzado más apretado que Cat 5e · geometría de pares más estricta · forro más rígido	● Sin blindaje (UTP)	● Spline cruceta de plástico entre los 4 pares — separa y aísla pares, evita deformación	AWG 23/24
Cat 6A Recomendado obra nueva	4 pares UTP o F/UTP · trenzado aún más apretado · forro más grueso y rígido · construcción más robusta en general	● Depende de variante: · UTP : sin blindaje · F/UTP : foil global sobre los 4 pares	● Spline cruceta más robusto · algunas variantes con separadores adicionales por par	AWG 23

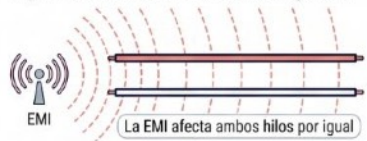
El trenzado: el secreto detrás del rendimiento:

El trenzado de los pares es lo más importante de un cable de red. Cada par se enrosca a una frecuencia diferente para cancelar las interferencias electromagnéticas que genera con sus vecinos. Cuando ese trenzado se altera — por un doblez excesivo, por tensión mecánica, por una grapa de fijación demasiado apretada — los pares se separan y se abren espacios entre ellos.

¿Que pasa cuando el trenzado se altera? Aparecen interferencias electromagnéticas entre pares, lo que en términos de red se traduce en: ruido en el canal, retransmisiones, pérdida de paquetes y lentitud. En instalaciones con muchos cables afectados, la red simplemente no alcanza las velocidades especificadas.

¿Por qué el trenzado cancela las interferencias?

El problema: interferencia electromagnética



La solución: el trenzado invierte la exposición



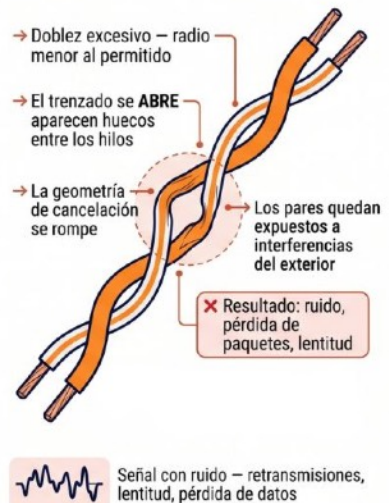
El resultado: cancelación matemática



Trenzado en buen estado ✓



Trenzado dañado — lo que se debe evitar ✗



El trenzado de precisión ES la tecnología del cable de red. Dañarlo es dañar el cable — aunque el forro exterior parezca intacto.

El cable de red es muy “chismoso”

El forro exterior de los cables ethernet suele decolorarse ligeramente o aplanarse en las zonas donde hubo dobleces excesivos o tensión mecánica. Esto hace muy fácil detectar una mala instalación después de terminada la obra. Si el instalador dañó los cables, se va a notar — pero el problema ya estará dentro de las paredes.



En éste ejemplo se nota una decoloración del forro de los pares ethernet lo que evidencia que el cable fue expuesto a un doble intenso.

Tabla de categorías de cable de red: lo que el arquitecto necesita saber:

Las categorías mas comunes en instalaciones nuevas en Mexico son Cat 5e, Cat 6 y Cat 6A. Las categorías 3 y 5 estan obsoletas. Las categorías 7, 7A y 8 son para casos especiales de data center que no aplican a proyectos residenciales o corporativos típicos. Esta es la tabla de referencia que mostramos en el video:

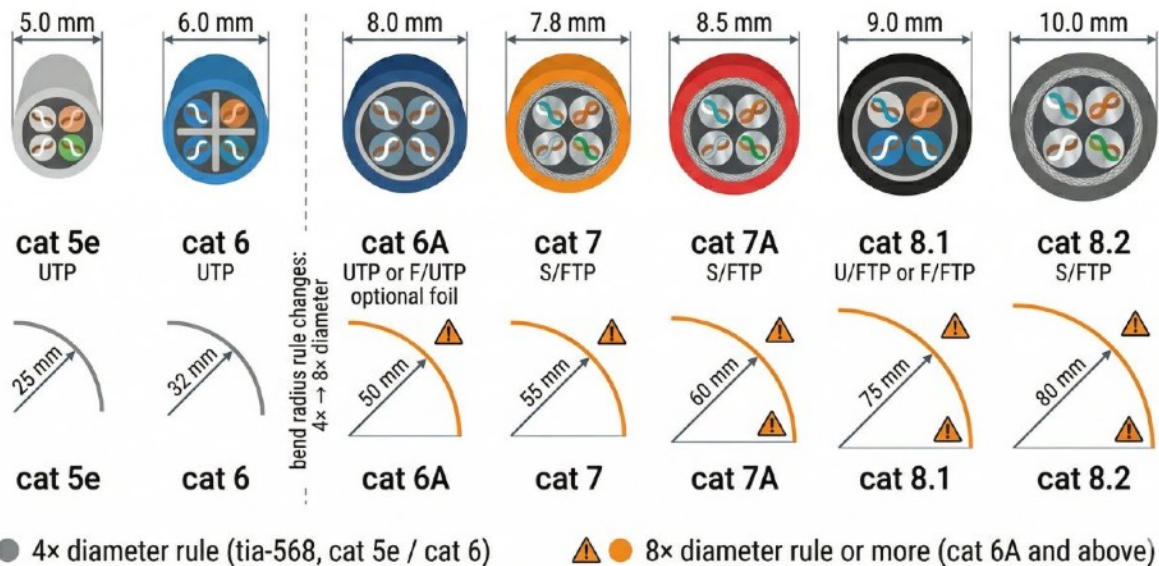
CATEGORÍA	VELOCIDADES	FREC.	DISTANCIA	DIÁMETRO	RADIO MÍN. CURVATURA	APLICACIÓN TÍPICA
Cat 3 Obsoleto	10 Mbps	16 MHz	100 m	~4.0 mm AWG 24 · UTP	~24 mm 4x diámetro	Telefonía, 10BASE-T
Cat 5 Obsoleto	100 Mbps	100 MHz	100 m	~5.0 mm AWG 24 · UTP	~25 mm 4x diámetro	100BASE-TX
Cat 5e Vigente	1 Gbps 2.5 Gbps 802.3bz	100 MHz	100 m	~5.0 mm AWG 24 · UTP	~25 mm 4x diámetro · TIA-568	Gigabit; 2.5G con APs Wi-Fi 6
Cat 6 Vigente	1 Gbps 2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps*	250 MHz	100 m / 55 m*	5.5 – 6.5 mm AWG 23/24 · spline	~32 mm 4x diámetro · TIA-568	Upgrade sin reemplazar cable
Cat 6A Recomendado	2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps	500 MHz	100 m	7.0 – 8.5 mm AWG 23 · UTP o F/UTP	~50 mm 8x diámetro · TIA-568-C ▲ mayor exigencia	10GBASE-T; PoE++ 90 W
Cat 7 ISO/IEC, no TIA	2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps	600 MHz	100 m	7.5 – 8.0 mm AWG 23 · S/FTP	~55 mm 8x diámetro · ISO 11801 ▲ mayor exigencia	10G; conectores GG45/TERA
Cat 7A ISO/IEC, no TIA	2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 / 40 Gbps*	1000 MHz	100 m / 50 m*	8.0 – 9.0 mm AWG 22/23 · S/FTP	~60 mm 8x diámetro · ISO 11801 ▲ mayor exigencia	40G corta distancia; data center
Cat 8.1 Data center	25 / 40 Gbps	2000 MHz	30 m	8.5 – 9.5 mm AWG 22 · U/FTP o F/FTP	~75 mm 8-10x diámetro · TIA-568-C ▲ mayor exigencia	Interconexión ToR en data center

A la fecha de publicación de este blog, las categorías de cable de red que debemos enfocarnos para fines de calcular ducterías y trayectorias en el 90% de los proyectos es:

- **Cat5E** – Ideal para velocidades de 1 Gbps a 2.5 Gbps. En éste último caso requiere de hardware compatible con 802.3bz.
- **Cat 6** – Ideal para velocidades de hasta 5 Gbps y en pocas distancias hasta 10 Gbps.
- **Cat6A** – Ideal para velocidades garantizadas de 10 Gbps en hasta menos de 100 metros, usualmente usado para enlaces entre equipos de comunicación.

El radio de curvatura: La restricción que mas se ignora en obra.

Radio de Curvatura tolerable por Categoría de Cable de Red



En la tabla anterior hay una columna que mostramos que se llama radio de curvatura.

Esta es la limitación física que diferencia al cable de red del electrico, y la que mas se viola en instalaciones improvisadas. El cable de red no puede doblarse mas alla de un radio minimo sin que su rendimiento se degrade de forma permanente.

CATEGORÍA	VELOCIDADES	FREC.	DISTANCIA	DIÁMETRO	RADIO MÍN. CURVATURA	APLICACIÓN TÍPICA
Cat 3 Obsoleto	10 Mbps	16 MHz	100 m	~4.0 mm AWG 24 · UTP	~24 mm 4x diámetro	Telefonía, 10BASE-T
Cat 5 Obsoleto	100 Mbps	100 MHz	100 m	~5.0 mm AWG 24 · UTP	~25 mm 4x diámetro	100BASE-TX
Cat 5e Vigente	1 Gbps 2.5 Gbps 802.3bz	100 MHz	100 m	~5.0 mm AWG 24 · UTP	~25 mm 4x diámetro · TIA-568	Gigabit; 2.5G con APs Wi-Fi 6
Cat 6 Vigente	1 Gbps 2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps*	250 MHz	100 m / 55 m*	5.5 – 6.5 mm AWG 23/24 · spline	~32 mm 4x diámetro · TIA-568	Upgrade sin reemplazar cable
Cat 6A Recomendado	2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps	500 MHz	100 m	7.0 – 8.5 mm AWG 23 · UTP o F/UTP	~50 mm 8x diámetro · TIA-568-C ▲ mayor exigencia	10GBASE-T; PoE++ 90 W
Cat 7 ISO/IEC, no TIA	2.5 / 5 Gbps 802.3bz 10 Gbps	600 MHz	100 m	7.5 – 8.0 mm AWG 23 · S/FTP	~55 mm 8x diámetro · ISO 11801 ▲ mayor exigencia	10G; conectores GG45/TERA

El ejemplo del vaso de agua

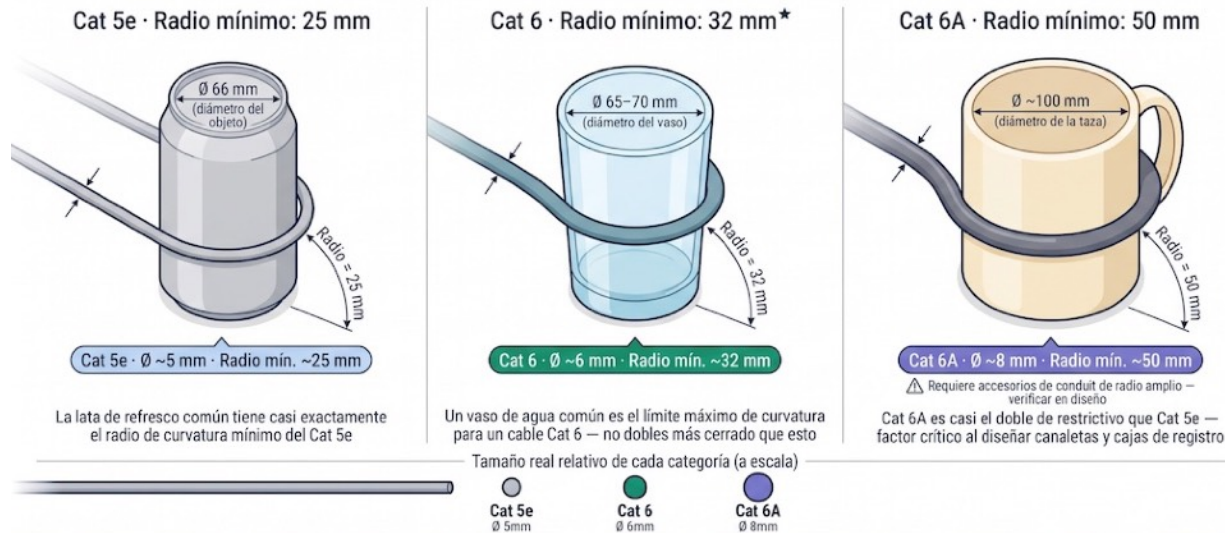
El cable categoría 6 es el más usado hoy en México. Tiene un diámetro de aproximadamente 6 mm. Su radio mínimo de curvatura es de ~32 mm — es decir, el doblar más cerrado permitido tiene el radio de un vaso de agua común y corriente (6–7 cm de diámetro).

Regla práctica: si no cabe con el vaso dentro de la curva que le haces al cable, esa curva está demasiado cerrada y estás dañando el cable.

Usemos como referencia esta imagen con objetos cotidianos como referencia de lo más que podría doblarse cada cable usando como ejemplo Cat5E vs lata de refresco, Cat6 vs Vaso de agua, Cat6A vs Taza de Café:

Radio mínimo de curvatura del cable de red — comparado con objetos cotidianos

La curva más cerrada que puede hacer un cable de red sin dañar el trenzado interno



Si el cable no puede envolver el objeto de referencia sin forzarse — la curva está demasiado cerrada y el cable está siendo dañado.

Un cable dañado por doblar excesivo puede parecer correcto por fuera — pero el trenzado interno ya está alterado de forma permanente.

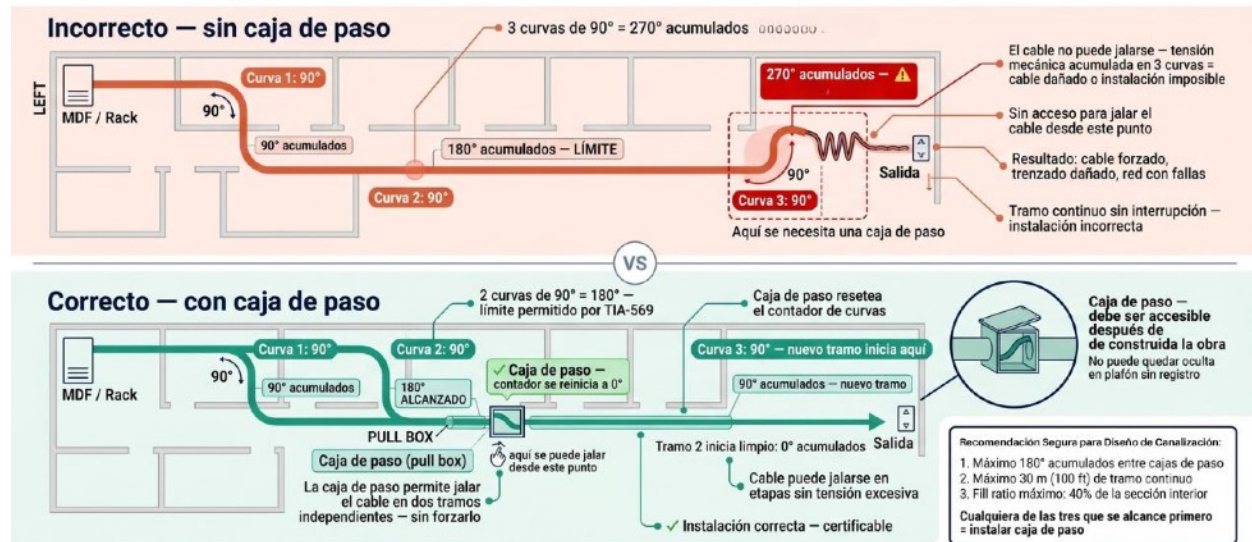
El problema esta en las curvas, no en las rectas

Al usar canalización cerrada, en los tramos rectos de tubería el cable corre sin problema. El punto crítico son los cambios de dirección. Cada curva de 90° obliga al cable a comprimirse por dentro del radio interior del conduit y a estirarse por el radio exterior — y si la curva es muy cerrada, los pares internos se deforman.

Si a eso le sumas que el instalador tiene que jalar el cable a lo largo de ese recorrido — a veces decenas de metros con 2, 3 o 4 curvas en el camino — la tensión mecánica acumulada puede ser suficiente para dañar permanentemente el cable. Por eso un buen diseño de la ductería es el 80% del éxito.

Normalmente como una referencia segura podría recomendarse que cada 2 curvas exista una caja registro que permita el “jalado” seguro de los cables al momento de instalarlos:

Cuántas curvas puede tener un recorrido de tubería antes de requerir una caja de paso



Las cajas de paso no son un accesorio opcional — son parte del diseño arquitectónico y deben quedar accesibles permanentemente

Especificar en planos: registros accesibles en plafón en cada punto donde se requiera caja de paso según TIA-569

Lo que se ve por dentro de una curva de conduit:

Desde afuera, una curva de conduit con 4 cables parece que tiene mucho espacio libre. Pero cuando los cables toman la curva, ocupan mucho mas espacio del que parece porque cada uno necesita respetar su propio radio de curvatura. Dos o tres curvas seguidas sin el diámetro correcto de tubería hacen el jaloneo prácticamente imposible — y si se fuerza, el cable llega dañado.

Desde esta perspectiva se puede pensar que hay suficiente espacio dentro de la tubería para más cables de red:



Sin embargo, mirando el interior de la curva se nota que los cables requieren de más espacio interior para doblarse en ese espacio:



¿Por qué las chalupas eléctricas arruinan el cable de red?

Una de las malas practicas mas frecuentes que encontramos en instalaciones es pasar el cable de red por chalupas eléctricas — los canales de plástico que se pegan en la pared y que son perfectamente validos para cable eléctrico. Para cable de red son un problema serio:



Problema	Que pasa	Consecuencia
Tension mecanica al jalar	El cable se dobla al entrar y salir de cada chalupa con el angulo que tenga la tapa	Si la curva es mas cerrada que el radio minimo, el trenzado se altera de forma permanente
Bordes cortantes	Las tapas y los extremos de las chalupas pueden rajar o cortar el forro del cable	El forro danado expone los pares y puede generar contacto entre conductores
Voltaje en el mismo canal	Si se mezcla cable de red con cable electrico en la misma chalupa	Interferencia electromagnetica directa sobre los pares — rendimiento degradado de forma inmediata
Sin capacidad de expansion	La chalupa llena no permite agregar cables sin desmontar todo	Cualquier cambio futuro requiere reabrir paredes o superficies

Advertencia importante

El cableado de red no lo hacen los electricistas. Tienen sus propios materiales, su propia logica de instalacion y sus propias herramientas. Cuando un electricista instala el cable de red como si fuera cable electrico, el resultado casi siempre es una red que no funciona bien — aunque los cables parezcan estar bien puestos por fuera.

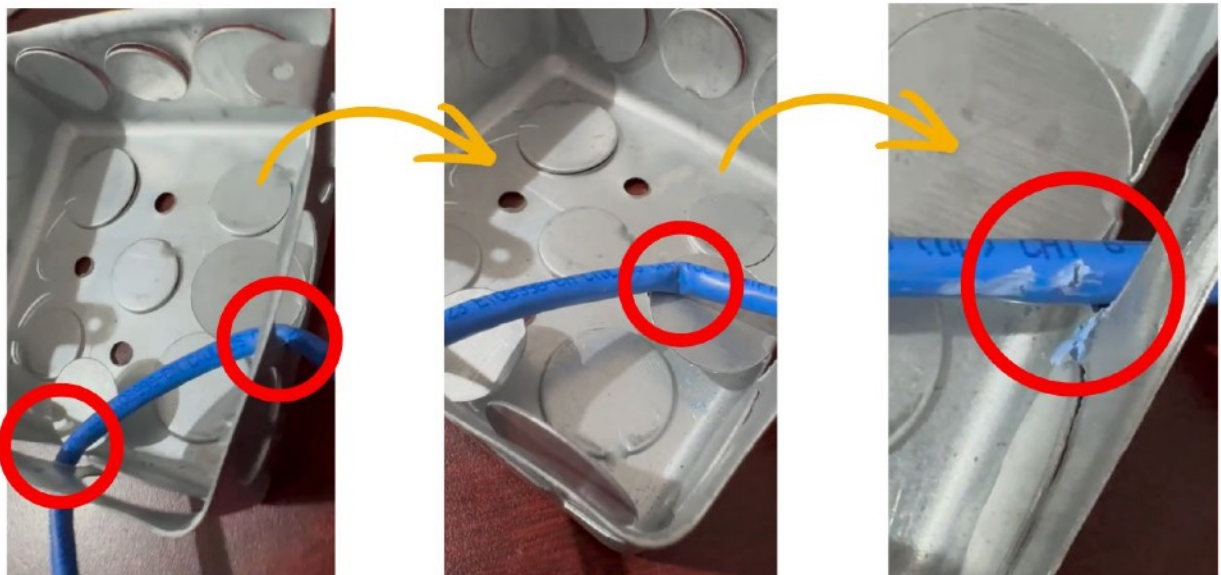
Ejemplo:

En ésta imagen se puede pensar que el radio de curvatura del cable para éste cable Cat6 azul cumple con no exceder el doble de un vaso de agua y se puede pensar que está bien.



De hecho, en cuanto al radio de curvatura, está bien. Esa curva en el cable es adecuada pero el problema viene cuando se continua instalando y se jala el cable por alguno de los extremos y este accesorio fuerza al cable.

En la siguiente imagen podemos ver el efecto de la tensión mecánica que provocan los bordes afilados de cajas galvanizadas como las tipo “chalupa” generando dobleces significativos e incluso rasgado del forro lo que puede incluso generar aterrizado eléctrico y poner circuitos en “corto”. Recordemos que por estos cables de red hay voltajes eléctricos y de rasgarse y entrar el contacto con cobre entre sí u otros componentes metálicos podría dañar equipos.



Lo que debes llevarte de esta parte:

El cable de red es un componente de precisión, no un cable cualquiera. La canalización que se diseña en el proyecto arquitectónico define directamente si esa precisión llega intacta al destino — o se pierde en el camino.

1. El trenzado de los pares es lo mas importante. Cualquier daño mecánico — doblez excesivo, tensión al jalar, grapa apretada — lo altera de forma permanente.
2. El radio de curvatura del Cat 6 equivale al radio de un vaso de agua común. Cat 6A requiere el radio de una taza de cafe grande. Esto define los accesorios de conduit.
3. El problema esta en las curvas, no en las rectas. Cada cambio de direccion mal dimensionado es un punto de falla potencial.
4. Las chalupas electricas no son adecuadas para cable de red. Bordes cortantes, radios incorrectos y mezcla con cable eléctrico dañan el cable
5. El cableado de datos no lo instala el electricista. Requiere especialistas en cableado estructurado con herramientas y certificaciones especificas.

Mira el Video asociado a esta segunda parte del Mini Curso de Voz y Datos (Cableado Estructurado) para Arquitectos

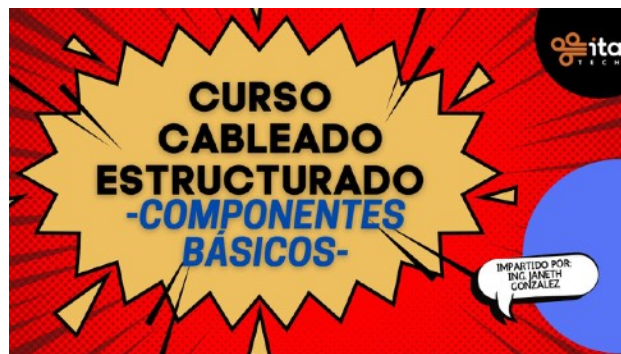
Este artículo amplía los conceptos que explicamos en el siguiente video que será complementario a ésta segunda parte:



¿Deseas apoyar para que éste contenido sea gratuito para más personas?



Te podría interesar también alguno de los siguientes videos:







Cableado

TIPOS

- Categoría
- Uso interior / exterior
- Protección: UTP / FTP / STP / Fibra Óptica
- Composición: cobre / aluminio / aleación
- Marca
- Color

UTP



Unshielded Twisted Pair
CABLE DE PAR TRENZADO
NO APANILLADO

STP



Shielded Twisted Pair
CABLE DE PAR TRENZADO
BLINDADO

FTP



Foiled Twisted Pair
CABLE DE PAR TRENZADO
LAMINADO

¿Tienes un proyecto y quieres hacerlo bien desde el diseño?

En ITA Tech somos especialistas en cableado estructurado en México con experiencia en proyectos residenciales, corporativos e industriales en toda la república. Si tu proyecto todavía está en diseño, podemos colaborar con tu equipo para que la instalación de Voz y Datos quede integrada desde el plano — no como un parche al final.

Contáctanos → www.ita.tech

Lada: 800 0000 ITA

Desde México al Teléfono: 55 5531 1288

Whatsapp: +52 55 5531 1288

Correo: proyectos@ita.tech