

Incab

Ingeniería ADSS 101

Leonardo Rojas

CONFORMIDAD CON EL RCEP

- Incab America cumple con los estándares y requisitos del Programa Certificado de Educación Continua (RCEP, por sus siglas en inglés).
- Los créditos obtenidos al finalizar este curso serán notificados a RCEP.net.
- Se expedirán certificados de de acreditación a todos los participantes a través del sistema en línea de RCEP.net.
- Como tal, no incluye contenidos que puedan ser considerados o entendidos como aprobación o respaldo por parte del RCEP.





OBJETIVOS / DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Programa certificado de educación continua

- En el curso Ingeniería ADSS 101 aprenderá **ocho** elementos de diseño importantes del cable autosoportado totalmente dieléctrico (ADSS, por sus siglas en inglés).
- Cómo deben fabricarse los tubos y el núcleo óptico, así como la importancia de ello para el rendimiento a largo plazo.
- Concluiremos con una introducción a los datos de flecha y tensión para ADSS y cómo determinar cuándo es necesario un revestimiento resistente a la conducción.



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

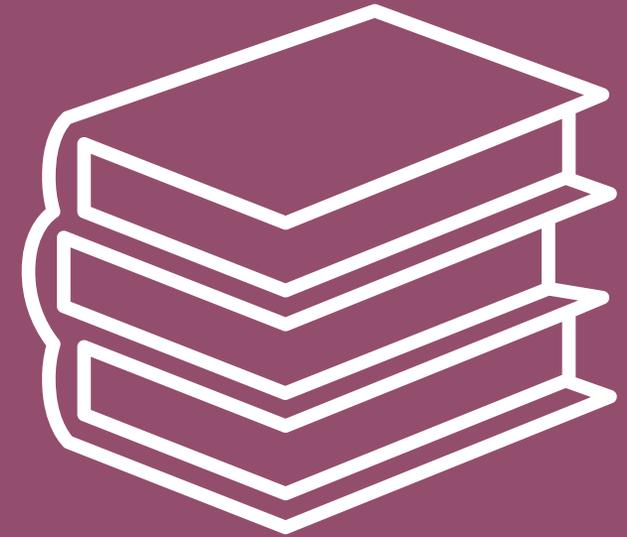
Tras esta clase, podrá:

1. Explicar el significado y la importancia de cada uno de los ocho (8) componentes de diseño de los cables autosoportados totalmente dieléctricos (ADSS).
2. Explicar cómo deben fabricarse los tubos y el núcleo óptico y por qué esto es importante para el rendimiento a largo plazo.
3. Describir cómo obtener los datos de flecha y tensión de un cable ADSS.
4. Explicar cómo determinar cuándo es necesario un revestimiento resistente a la conducción para un cable ADSS.

Universidad Incab "Escuela de Excelencia en Fibra Óptica"

Agenda

- Introducción
- Descripción del curso
- Objetivos de aprendizaje
- Presentación
- Preguntas y respuestas
(únicamente preguntas técnicas)
- ¡Empecemos!



Repaso

Conceptos básicos del cable de fibra óptica

- Empecemos por repasar algunos conceptos básicos de la fibra óptica y los tubos holgados.
- Los principios básicos son los mismos tanto si se trata de ADSS, OPGW u otros tipos de cable de fibra óptica.



Conceptos básicos del cable

Fibra



- "Pico de agua bajo" SM*
 - ITU-T G.652D
 - Familia Corning SMF
 - Generalmente compatible con empalmes
 - Bueno para distancias de 60-90 millas
- Dispersión desplazada no nula (NZDS)
 - ITU-T G.655
 - Corning LEAF y OFS TrueWave RS ZWP
 - Generalmente no es compatible con empalmes (la analogía de las "lentes progresivas")
 - Bueno para distancias de hasta 250 millas
 - Imprescindible cuando se utiliza DWDM para aumentar el ancho de banda
- Multimodo
 - 50 μm ("micras") o 62,5 μm
 - ITU G.651.1 e ISO/IEC 11801 OM1 (62,5) y OM2 – OM5
 - Recintos o distancias cortas (normalmente 2 km o menos) para redes de área local (LAN)

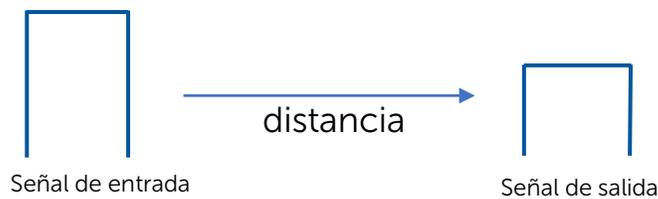
***¡Es el tipo de fibra más utilizado!**



Conceptos básicos del cable

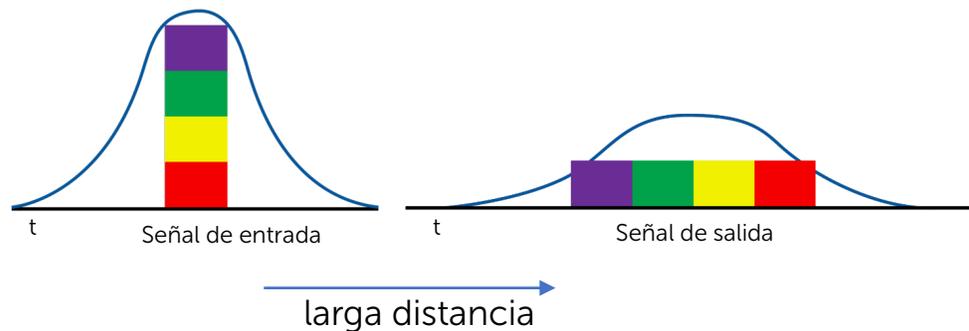
Fibra: Especificaciones de rendimiento

Atenuación: Pérdida de potencia con la distancia (dB/km)



La especificación del rendimiento de la fibra más importante para el usuario

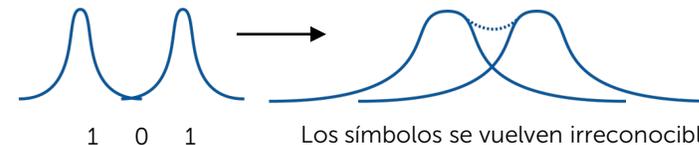
(Cromática) Dispersión: Corrupción ("dispersión") de una señal con la distancia debida a las longitudes de onda de sus componentes que viajan a velocidades diferentes.



Dispersión



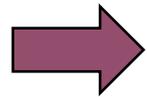
A medida que un pulso viaja por la fibra, la dispersión ocasiona la dispersión del pulso. Esto limita la distancia y la tasa de bits de los datos en una fibra óptica.



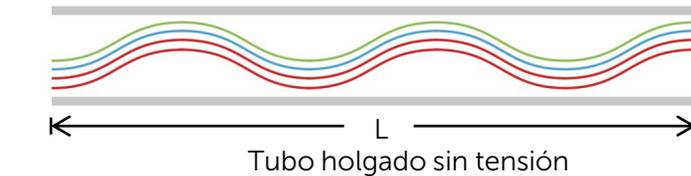


Conceptos básicos del cable

Protección de la fibra: Tubos holgados



- Los tubos holgados permiten que las fibras se muevan en respuesta a los cambios de elongación provocados por los cambios de temperatura y la acción del hielo y el viento.

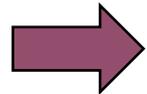
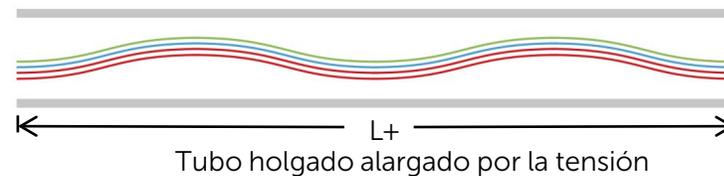


- Las fibras necesitan espacio para moverse libremente

$$\frac{L_{\text{fibras}}}{L_{\text{tubos}}} \approx 1,0025 \text{ (o más)}$$

- Las fibras comienzan a enderezarse

$$\frac{L_{\text{fibras}}}{L_{\text{tubos}}} \Rightarrow \text{desciende, hasta llegar a 1}$$
$$L_{\text{tubos}} \Rightarrow \text{luego hay tensión en las fibras}$$



- EFL = Exceso de longitud de la fibra = La fibra "extra" por unidad de longitud de tubo o cable (procedente del trenzado).
Regla general: Cuanto más alto, mejor.

Trenzar un tubo aumenta el "EFL" debido al giro inducido ($\approx 2,5\%$ de EFL).



Distancia necesaria para completar 1 vuelta de un tubo alrededor del diámetro de lo que está debajo (normalmente, el componente central)

- Margen de tensión cero de las fibras = Punto en el que las fibras comienzan a experimentar tensión.
Expresado en % RBS.

Conceptos básicos del cable

Protección de la fibra: Tubos holgados



- Si un tubo está "sobrellenado", las fibras no tendrán la forma sinusoidal que deberían tener y además perderán la capacidad de moverse libremente.

→ ¡No está bien!

- Las "fibras agrupadas" o "fibras aglutinantes" pueden reducir la libertad de movimiento, pero los técnicos de empalmes suelen preferirlas al uso de anillos o bandas.
 - Los procesos de fabricación actuales permiten un EFL:
 - Consistente. Cada fibra tiene el mismo EFL.
 - Buena coordinación. Todas las fibras están "en fase".
 - Por lo tanto, la aglutinación funciona bien... el conjunto se mueve como si fuera una unidad.

Conceptos básicos del cable

Cable ADSS



- Autoportado totalmente dieléctrico
 - "Dieléctrico" = Sin componentes metálicos
 - "Autoportado" = Diseñado para soportar su propio peso
- Normas técnicas
 - US IEEE 1222
 - A nivel internacional, 60794-4-20
- Clasificación por longitud de tramo que escuchará a menudo:
 - Corto, medio y largo
 - ¿Qué significa esto realmente?



Consideraciones de diseño ADSS



- Estructura del revestimiento
 - Doble o sencillo
- Material del revestimiento
 - Polietileno de alta densidad (HDPE) o polietileno de densidad media (¿y el polietileno de baja densidad?)
- Material de resistencia
 - Aramida (Kevlar) o fibra de vidrio (o varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP))
- Diseño del núcleo
 - Seco o inundado (relleno de gel = "húmedo")
- Diseño del tubo
 - Seco o inundado
- Fibras por tubo
 - 12 o 24 (también existen otras opciones)
- Material del tubo
 - Tereftalato de polibutileno (PBT) o polipropileno (PP)
- Adherencia del revestimiento exterior al elemento resistente
 - Acoplado o desacoplado

¿Siente ansiedad? ¡No se preocupe! ¡Vamos a explicarlo para que pueda tomar una decisión informada!

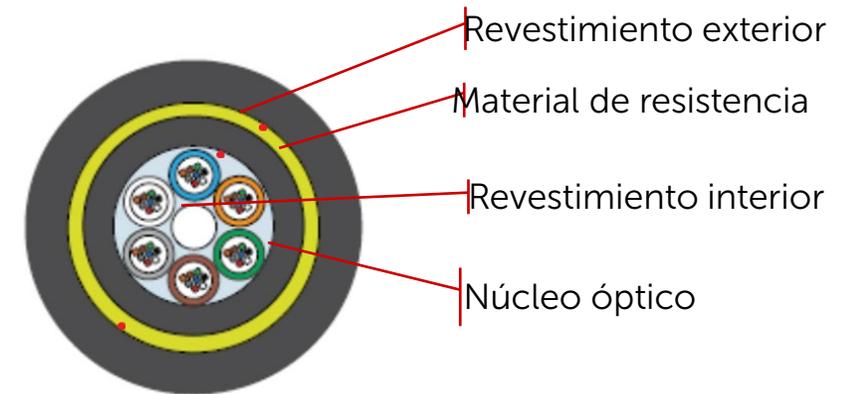
Consideraciones de diseño ADSS

Estructura del revestimiento



Doble

- Diseño tradicional
- **Ventajas**
 - La más alta confiabilidad. El revestimiento interior protege el núcleo óptico
 - Largas distancias. Posibilidad de más de 1600 pies
- **Desventajas**
 - Más caro (\approx 5-25 % dependiendo del número de fibras)
 - Mayor diámetro y peso (\approx 10-20 %)



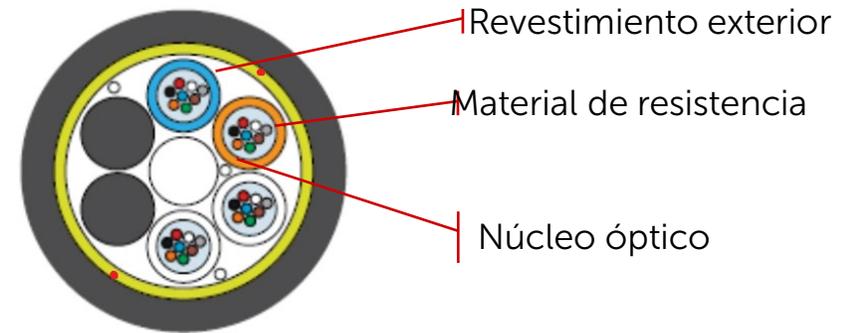
Consideraciones de diseño ADSS

Estructura del revestimiento



Sencillo

- Tipo de diseño más nuevo (pero ya lleva más de 20 años)
- **Ventajas**
 - Diámetro y peso reducidos
 - Menos costoso
- **Desventajas**
 - Menor confiabilidad
 - Longitudes y condiciones de carga reducidas
 - Menos de 650 pies (200 m)



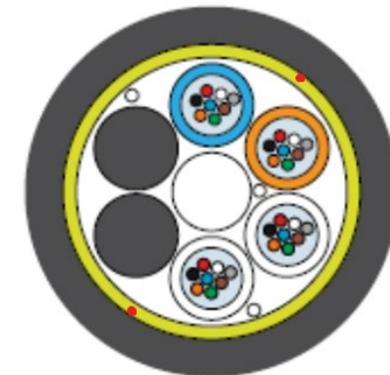
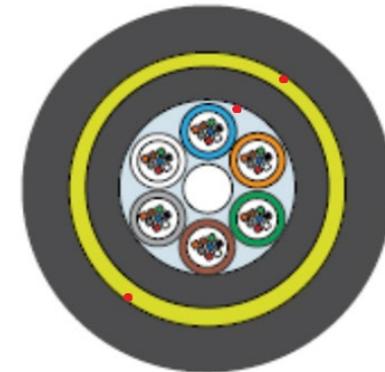
Consideraciones de diseño ADSS

Estructura del revestimiento



¿Qué opción elegir?

- **Doble:** En cualquiera de los siguientes casos
 - Extensión mayor a 600 pies (180 m)
 - NESC de carga pesada (o similar) o hielo/viento extremo
 - Número de fibras mayor a 144
 - Se requiere la máxima confiabilidad
- **Sencillo:** Si se cumplen todas las condiciones siguientes
 - Extensión menor o igual a 600 pies (180 m)
 - Carga ligera o media (o similar) sin hielo/viento extremo
 - Número de fibras menor o igual a 144
 - Una confiabilidad buena es "suficientemente buena"



La elección óptima depende de los detalles de su proyecto

Consideraciones de diseño ADSS

Material del revestimiento



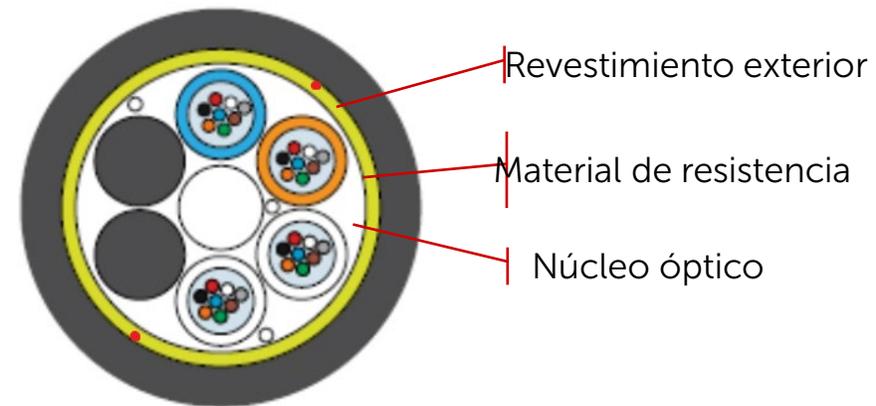
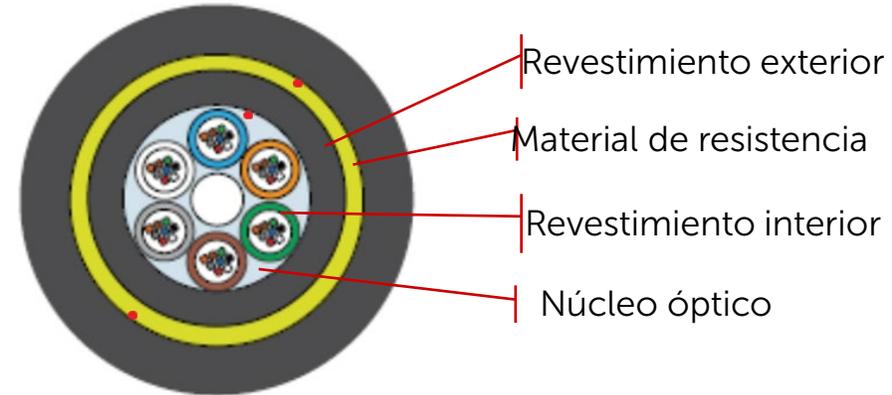
Polietileno de alta densidad (HDPE)

- **Ventajas**

- Resistente y duradero

- **Desventajas**

- Susceptible a agrietarse
- Dificulta la preparación para empalme
- Más caro



Consideraciones de diseño ADSS



Material del revestimiento

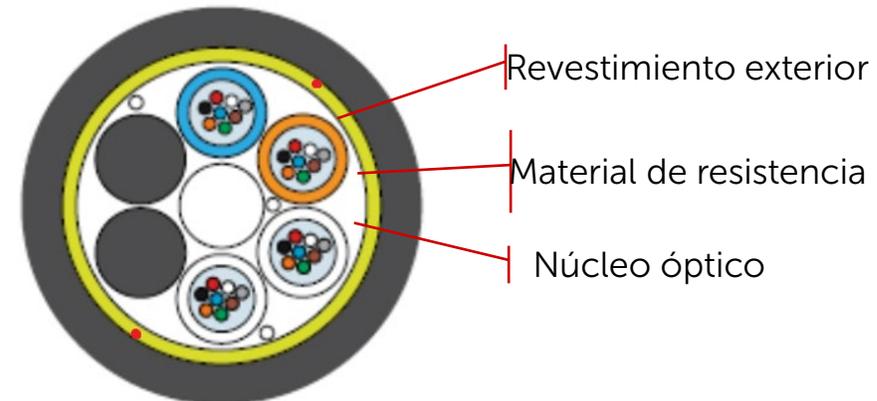
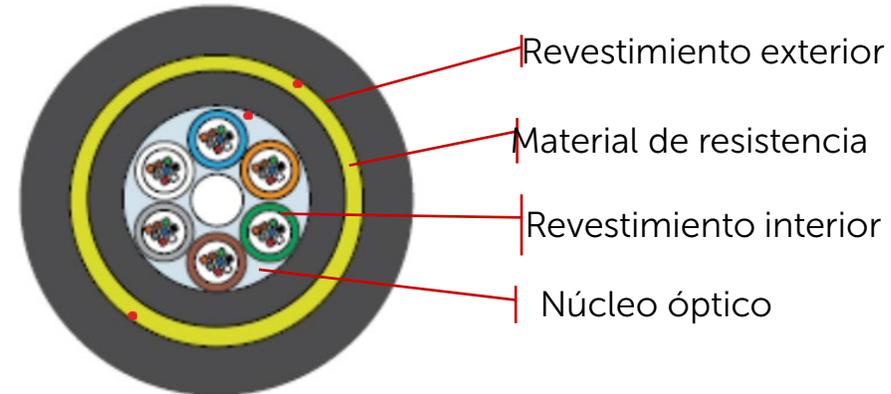
Polietileno de densidad media (MDPE)

- **Ventajas**
 - Resistente y duradero
 - Más fácil de quitar durante la preparación realizar uniones
 - Menos costoso que el HDPE

- **Desventajas**
 - No es tan resistente ni duradero como

Polietileno de baja densidad (LDPE)

- Adecuado únicamente para el revestir interior

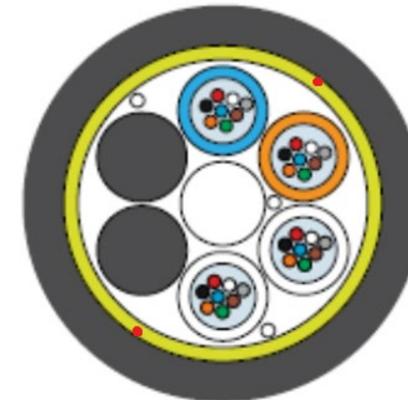
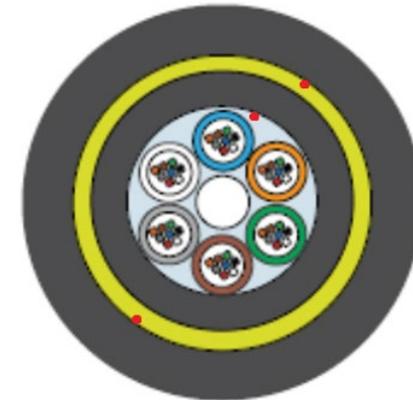


Consideraciones de diseño ADSS



Material del revestimiento

- **Polietileno de alta densidad (HDPE)**
 - Únicamente para casos especiales
- **Polietileno de densidad media (MDPE)**
 - La mejor opción general para el revestimiento exterior
 - Equilibra la resistencia y la durabilidad con el costo y la facilidad de preparación para empalmes
- **Polietileno de baja densidad (LDPE)**
 - Adecuado únicamente para el revestimiento interior
 - Facilita la preparación para empalmes



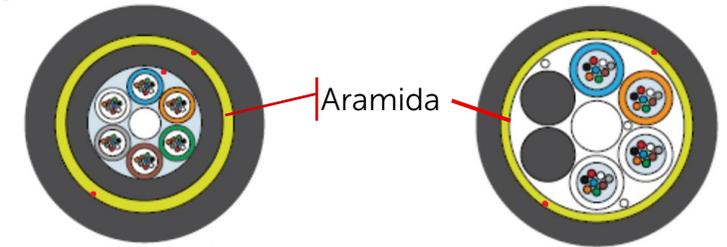
Consideraciones de diseño ADSS

Material de resistencia



Aramida ("Kevlar®" es exclusivo de DuPont, que lo inventó)

- El material de resistencia original y más utilizado
- **Ventajas**
 - Alta relación resistencia-peso (5 veces mejor que el acero)
 - Estabilidad térmica (muy por encima y por debajo del rango para ADSS)
 - Puede limitar fácilmente la tensión de la fibra al diseño máximo previsto
 - Tensión (MRDT) no superior al 0,2 % (mejor límite máximo)
- **Desventajas**
 - Más caro que la fibra de vidrio
 - Puede volverse conductor con el agua (fisura en el revestimiento) y un campo eléctrico elevado



Consideraciones de diseño ADSS

Material de resistencia



Fibra de vidrio

- **Ventajas**

- Menos costoso
- A los roedores (incluidas las ardillas) no les gusta masticarla
- (Clasificación: "C")

- **Desventajas**

- Menor resistencia y estabilidad térmica que la aramida
 - Hay que utilizar más para conseguir una resistencia determinada
 - Esto incrementa el diámetro total ($\approx 10-20\%$)
- Por lo general, mayor tensión de fibra: MRDT 0.3-0.4 %



Consideraciones de diseño ADSS

Material de resistencia



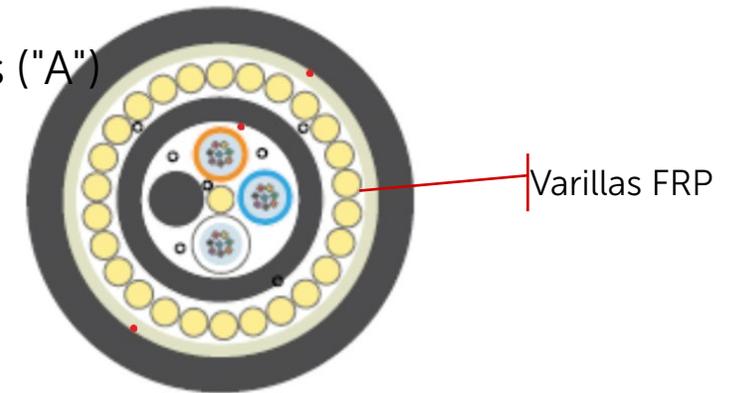
Varillas de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP)

- **Ventajas**

- A los roedores (incluidas las ardillas) no les gusta masticarlas ("A")
- Gran resistencia a las roturas
- Versátiles. También pueden enterrarse directamente
- ¿Resistentes a escopetas? Desafortunadamente, no...

- **Desventajas**

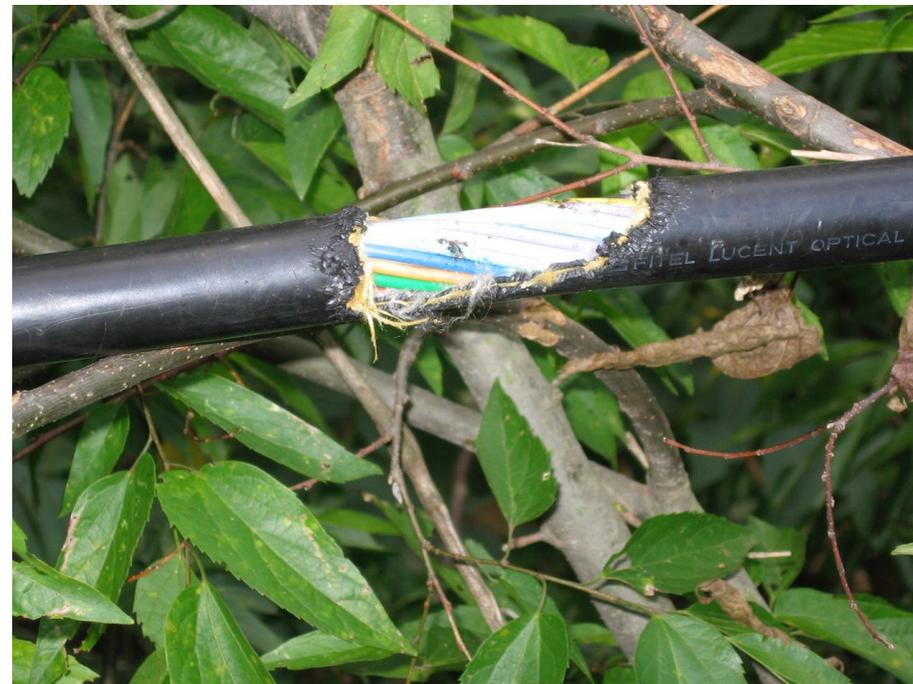
- Caras
- Mayor diámetro y peso (debe haber revestimiento interior)
- Longitudes relativamente más cortas
- Puede ser más difícil preparar para empalmes (quitar las varillas)



Nota: Según una encuesta del UTC, el problema de campo n.º 1 con los ADSS es el daño causado por escopetas. El problema n.º 2 es el daño causado por los roedores, en particular las ardillas. (¡Disfrute de la siguiente diapositiva!)

Consideraciones de diseño ADSS

"Criaturas que destruyen cables"



Consideraciones de diseño ADSS

Material de resistencia: ¿Qué opción elegir?



- **Aramida**

- La opción "estándar". La fibra de vidrio o FRP deben utilizarse en situaciones especiales



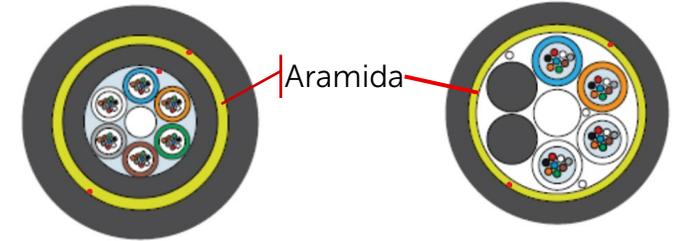
- **Fibra de vidrio**

- Se utiliza cuando los roedores son un posible problema o solo un problema menor
 - Puede combinarse con un aditivo repelente de roedores para mejorar la protección ("B")
- Se utiliza cuando las distancias son cortas o medianas y el costo debe reducirse al mínimo
 - ¿Cables redondos de conexión FTTH?

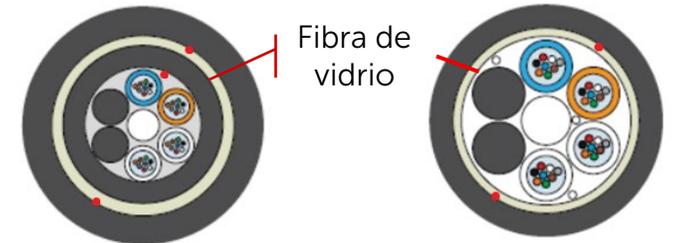


- **Varillas FRP**

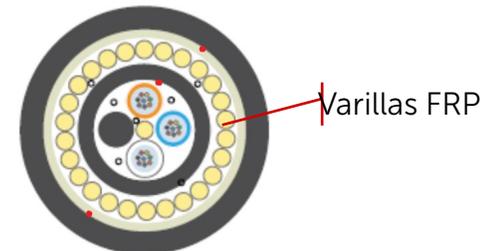
- Se utilizan cuando los roedores suponen un problema conocido y la extensión es corta o mediana
 - Hay que confirmar que las características de flecha y tensión sean las adecuadas
 - Puede combinarse con un aditivo repelente de roedores para mejorar la protección ("A+")
- Excelente para su uso en cables planos de conexión FTTH



Aramida



Fibra de vidrio

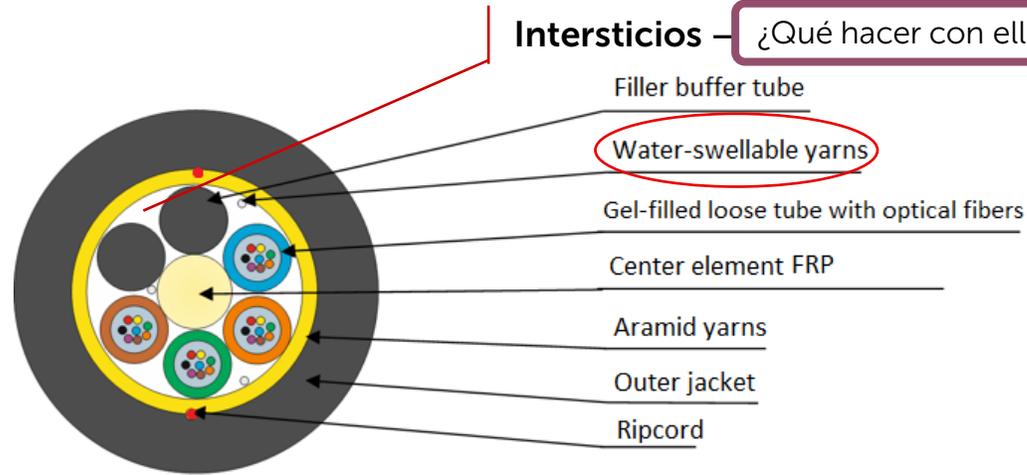


Varillas FRP

La elección óptima depende de los detalles de su proyecto

Consideraciones de diseño ADSS

Diseño del núcleo



Intersticios – ¿Qué hacer con ellos? R: Rellenarlos ("inundarlos") = "núcleo húmedo" o...

Seco: Tejido con "polímero superabsorbente (SAP)" que absorbe el agua que penetra en el cable

- Más reciente, pero ya tiene más de 20 años de uso
- **Ventajas**
 - Preparación para empalmes mucho menos complicada
 - Disminuye un poco el peso unitario
- **Desventajas**
 - *El agua *entra* en el cable *antes* de ser absorbida

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del núcleo

Inundado o "húmedo": Se usa gel para llenar los intersticios del núcleo óptico

- Diseño original, pero reemplazado en los Estados Unidos por el núcleo seco

- **Ventajas**

- ¡Mantiene el agua 100 % fuera del núcleo óptico!
- Ligeramente más barato (\approx 5-10 %)

- **Desventajas**

- Preparación para empalmes complicada (Considerar que 2 m (6 pies) o más del núcleo debe ser preparado)

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del núcleo: Qué opción elegir



Seco

- La opción predeterminada en EE. UU. y algunos otros países

Inundado o "húmedo"

- Se utiliza en muchos países fuera de EE. UU.
- Técnicamente, es mejor, pero los técnicos de empalmes de EE. UU. lo odian

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del tubo

Seco: Tejido con "polímero superabsorbente (SAP)" que absorbe el agua que penetra en los tubos.

- Más reciente (\approx 10-15 años)
- **Ventajas**
 - Preparación para empalmes menos complicada ← Cuestionable según las anécdotas de algunos técnicos de empalmes (residuos de SAP)
 - Reduce un poco el peso unitario ← El ahorro de peso puede ser insignificante
- **Desventajas**
 - El agua *entra en el tubo antes de* que se absorba
 - El tejido no ayuda a las fibras a conservar su forma sinusoidal
 - El tejido no ayuda a que las fibras se muevan al unísono con el tubo durante las variaciones de longitud (tensión)
 - Las fibras tenderán a aplanarse en el centro de los tramos y a "abultarse" en los extremos
 - Esto puede provocar "movimiento de pistón" en el interior de las cajas de empalme
 - Más caro (\approx 5-10 %)

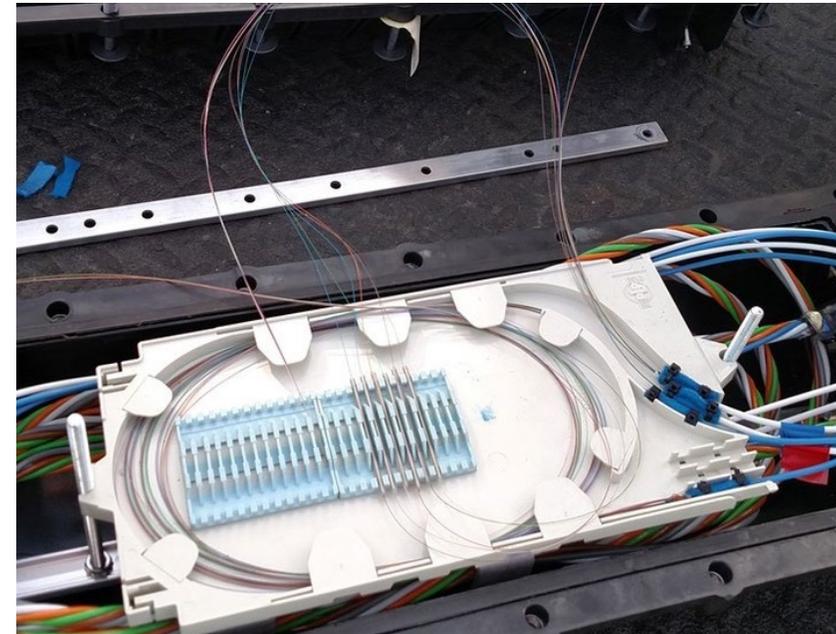
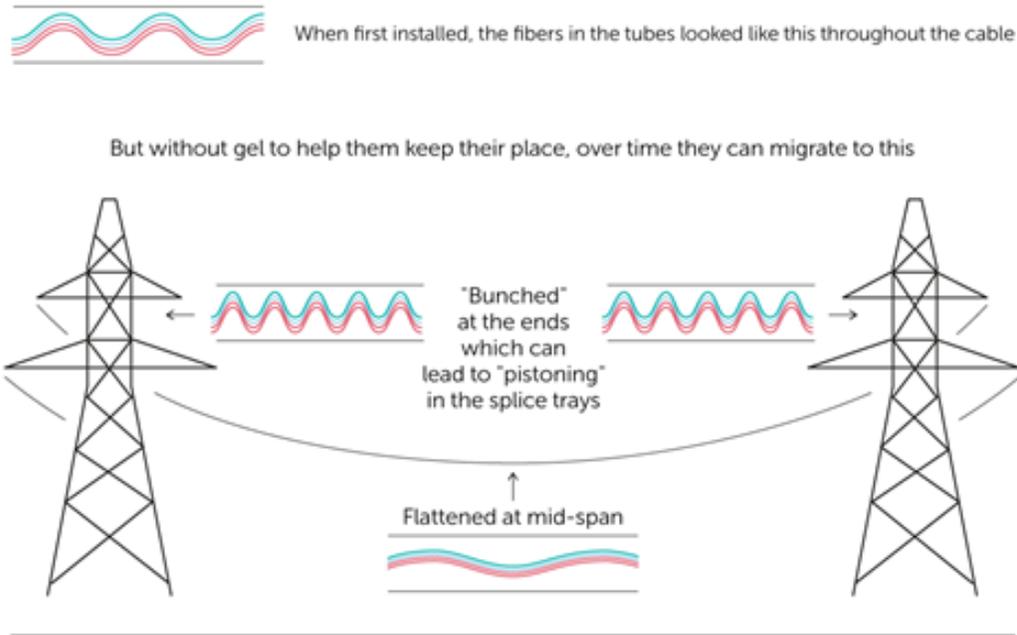


Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del tubo



Migración de fibra:
Puede provocar
"movimiento de pistón"



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del tubo

Inundado o "húmedo": Se usa gel para rellenar los tubos de amortiguación

- Diseño original, todavía es el más común en todo el mundo
- **Ventajas**
 - ¡Mantiene el agua 100 % fuera de los tubos!
 - Menos costoso
 - El gel ayuda a las fibras a conservar su forma sinusoidal
 - El gel ayuda a las fibras a moverse al unísono con el tubo durante las variaciones de longitud (tensión)
 - Así, las fibras permanecerán donde deben estar y resistirán el "movimiento de pistón" (salirse de los tubos)
 - El gel ayuda a los tubos a resistir la deformación
 - Mejora la resistencia a las roturas
- **Desventajas**
 - Se considera que complica y alarga la preparación de empalmes. No obstante...
 - Solo hay que preparar entre 8 y 24 pulgadas (20-52 cm) de tubo, por lo que no es muy laborioso
 - La limpieza de las fibras añade unos 15 segundos por tubo



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Diseño del tubo: Qué opción elegir

Seco

- Solo debe utilizarse en cables subterráneos o que deban atarse



Inundado o "húmedo"

- La mejor opción para un cable ADSS aéreo



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Fibras por tubo

12 fibras por tubo

- Práctica estándar de la industria durante décadas
- **Ventajas**
 - Todo y todos están acostumbrados a su uso
 - Facilita más las "tomas" que con 24 fibras por tubo
- **Desventajas**
 - Aumenta el diámetro y el peso del cable, especialmente con un mayor número de fibras
 - Más caro ($\approx 10-50\%$)
 - Más tiempo para preparar los empalmes

Consideraciones de diseño ADSS



Fibras por tubo

Otras cantidades de fibra

- Por ejemplo, un cable de 48 fibras podría ser de 4 x 12, 2 x 24, pero también de 3x16, 6x8, 8x6 o 12x4 por tubo
- **Ventajas**
 - Con 48 fibras o menos, 8 o 6 fibras por tubo pueden reducir el diámetro total del cable
 - Facilita las tomas y el acceso a mitad del tramo, lo que puede ser útil en un proyecto FTTH
- **Desventajas**
 - No es lo estándar
 - Puede no estar en inventario o tener un plazo de entrega mayor
 - Aumenta el costo
 - Con más de 48 fibras, 8 o 6 fibras por tubo aumentarán el diámetro y el peso total del cable

Consideraciones de diseño ADSS



Fibras por tubo: ¿Qué opción elegir?

- ✓ • **12 fibras por tubo**
- ✓ • **24 fibras por tubo**
- **Otras** ← Puede ser apropiado en algunos casos, especialmente en un proyecto FTTH

La elección óptima depende de los detalles de su proyecto

Consideraciones de diseño ADSS



Material del tubo

Tereftalato de polibutileno (PBT)

- **Ventajas**
 - Alta resistencia a las roturas ($\approx 60\%$ mayor en un cable con PBT que en uno con PP) y durabilidad
 - Ayuda a que el cable funcione bien con terminales
 - Alta resistencia a la tensión
 - Excelente resistencia a la temperatura
- **Desventajas**
 - Más susceptible a torcerse durante la preparación de empalmes
 - Hay que ser razonablemente cuidadosos
 - Más caro



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Material del tubo

Polipropileno (PP)

- **Ventajas**
 - Muy flexible, por lo que es menos probable que los tubos se tuerzan durante la preparación para empalmes
 - A los técnicos de empalmes les suele gustar mucho
 - Menos costoso
- **Desventajas**
 - Mucho menor resistencia a las roturas y a la tensión
 - No es tan duradero como el PBT
 - Mucho menor resistencia a la temperatura, especialmente a bajas temperaturas [-4 °F (-20 °C)]



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS



Material del tubo: ¿Qué opción elegir?

- ✓ • Tereftalato de polibutileno (PBT)
- Polipropileno (PP)
- **Consideramos que el PBT ofrece el mejor rendimiento general a largo plazo, especialmente en ADSS**
 - Algunos fabricantes no están de acuerdo con nosotros



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS

Adhesión del revestimiento exterior



Acoplado

- El revestimiento exterior tendrá una ligera adherencia ("se pega") al material de resistencia (aramida, fibra de vidrio o varilla FRP)

• Ventajas

- Garantiza que la tensión en el material de resistencia se transmita uniformemente a través del revestimiento hasta la terminal
 - ¡Evita desperfectos en el revestimiento!
 - Permite el uso de terminales más cortas

• Desventajas

- Dificulta quitar el revestimiento exterior
 - Algunos técnicos de empalme se pueden quejar
 - Se puede mitigar colocando dos cordones de corte bajo el revestimiento exterior



Tema
polémico

Consideraciones de diseño ADSS

Adhesión del revestimiento exterior



Desacoplado

- El revestimiento exterior no tendrá adherencia al material de resistencia (aramida, fibra de vidrio o varilla FRP)
 - Incluso puede haber cinta colocada específicamente para evitar la adherencia
- **Ventajas**
 - Facilita la preparación para empalmes al facilitar la remoción del revestimiento exterior
- **Desventajas**
 - Impide una transición uniforme de la tensión en el material de resistencia a través del revestimiento hasta la terminal
 - Puede provocar concentraciones de tensión
 - Las concentraciones de tensión pueden provocar daños en el revestimiento
 - Se suele mitigar utilizando terminales más largas
 - Sin embargo, ¡esto aumentará el costo!
 - Además, esto puede significar que las terminales no puedan instalarse desde el poste
 - Por lo tanto, se requerirá un camión grúa u otros medios para colocarlas (¡mayor costo!)



Tema
polémico



Adhesión del revestimiento exterior

Comparación

Tensión máxima ejercida		Longitudes de varilla requeridas para las terminales de ADSS				
		Diseño acoplado		Diseño desacoplado		Diferencia
lb	kN	in	mm	in	mm	%
2500	12	41	1050	48	1219	116
4000	20	51	1300	80	2032	156
7500	35	67	1700	104	2642	155



Un desgarro en el revestimiento de un cable ADSS que se sabe es desacoplado



Un desgarro al aire libre en el revestimiento en un cable ADSS que se cree que es de diseño desacoplado



Tema polémico

Adhesión del revestimiento exterior

¿Qué opción elegir?



Acoplado

Desacoplado

¡Creemos que los diseños acoplados garantizan confiabilidad a largo plazo en ADSS!

- Algunos fabricantes no están de acuerdo con nosotros
- La mayoría de los fabricantes de accesorios están de acuerdo con nosotros

Nota: Los diseños desacoplados están bien para cables subterráneos



Tema
polémico

Adhesión del revestimiento exterior

¿Qué hay de las objeciones respecto a la preparación para empalmes?



A tener en cuenta

- La preparación del empalme requiere unas pocas horas.
- El funcionamiento del cable es cuestión de décadas.

Cuando existe un conflicto entre la confiabilidad y la facilidad de empalme (y únicamente en ese caso), consideramos que la confiabilidad debe determinar el diseño del cable ADSS.



"Donde manda el perro, se ata al amo"



Tema
polémico

Consideraciones importantes

Los tubos y el núcleo óptico



Tubos

- El proceso de fabricación de tubos debe incluir la supervisión y el control constantes en la línea del exceso de longitud de fibra (EFL)
- Recordemos: "Consistencia" y "buena coordinación"

Núcleo óptico. Compuesto por los tubos trenzados alrededor de una varilla central de FRP

- El núcleo también debe ser trenzado empleando una longitud de trenzado conservadora (recuérdese lo dicho anteriormente en la presentación)
 - La longitud del trenzado es fundamental para:
 - Maximizar el margen de tensión cero de las fibras (ZFSM)
 - Minimizar la tensión de la fibra a la máxima tensión prevista (MRDT)
- El núcleo también debe trenzarse utilizando un trenzado de oscilación inversa (ROL)
 - ROL significa que la dirección de trenzado se invierte cada pocas pulgadas (cm)
 - ROL facilita la preparación de empalmes y el acceso a la mitad del tramo

Consideraciones importantes

Dos consideraciones más de diseño



¿Qué hay de las características de flecha y tensión?

¿Cuándo es necesario un revestimiento resistente a la conducción?

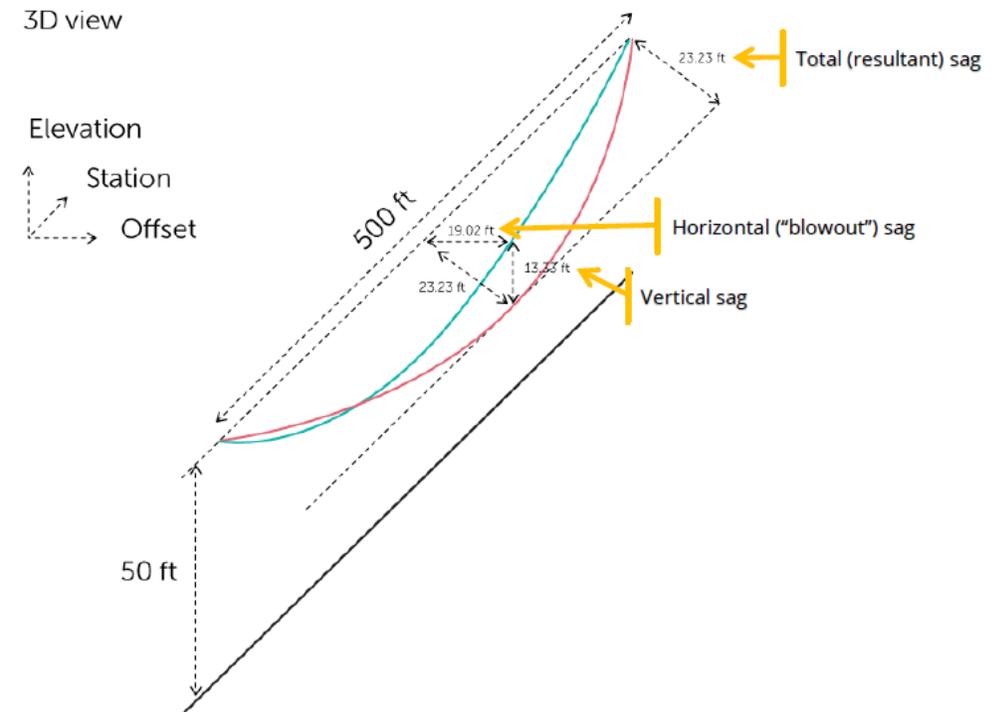
Analizaremos cada uno de estos puntos en las siguientes diapositivas

Temas específicos de ADSS

Flecha y tensión (solo lo básico)



- Las características de flecha y tensión de los ADSS son muy diferentes de las de los OPGW u otros cables metálicos
 - OPGW y cables metálicos. Se requiere resistencia para controlar el hundimiento
 - ADSS. Se requiere resistencia para controlar la tensión de las fibras
 - Además:
 - ¡El desplazamiento horizontal durante condiciones de viento puede ser significativo y debe tenerse en cuenta!
 - ¡El hundimiento vertical bajo condiciones de hielo puede exceder la distancia segura al suelo y debe tenerse en cuenta!
 - ¡Es un mito que el hielo no se acumula sobre el ADSS! (Véase la siguiente diapositiva)
- La convención de la industria es que la flecha sea del 1,0-1,5 % de la longitud del tramo a la tensión "habitual" (= sin carga de hielo o viento)





Temas específicos de ADSS

Comentario sobre la flecha y la tensión

Si alguien le dice:

- "La nieve y el hielo no se acumulan en el ADSS al aire libre"
- Muéstrelas esta imagen →



Fíjese también en lo considerable que es la flecha



Flecha y tensión

¡Revise la tensión en la fibra!

Los proveedores de cables tienen una política de diseño sobre la tensión de la fibra

- La "práctica recomendada" es la tensión cero de la fibra mediante la MRDT (también conocida como "MRCL")
 - Esta es la política de Incab
- Alternativas aceptables (riesgo bajo, pero no nulo) podrían ser:
 - Tensión cero de la fibra a tensión nominal (sin carga) ("habitual")
 - Tensión limitada de la fibra a tensión máxima (con carga) (MRDT)
 - Lo mejor es que sea menor o igual a 0,2 % (si va a permitir un poco de tensión de fibra)
 - No está tan mal si es menor o igual a 0,3 %
 - Es arriesgado si es menor o igual a 0,4 % ← ¡Más que esto es simplemente una locura!

Debe contar con un límite de tensión de fibra en sus especificaciones



Datos de flecha y tensión

Dos fuentes

1. Tablas proporcionadas por el fabricante
 - Asegúrese de que se cumplan todos los criterios de carga
2. Genere sus propios datos con Power Line[®] Systems PLS-CADD o Southwire[™] Sag10[®]
 - En el caso de PLS-CADD, necesitará un archivo del "alambre". Consulte al fabricante del cable o consulte la colección en:
www.powline.com/files/cables
 - El programa de Southwire podría no ser adecuado para todos los productos de los fabricantes de cables ADSS
- Las tablas de flecha de ADSS no dependen de la temperatura
 - El estándar de la industria consiste en ignorar los efectos de la temperatura

Nota: La generación de datos de flecha y tensión se explicará detalladamente en el curso Ingeniería ADSS 102

Temas específicos de ADSS

Normas sobre campos eléctricos



- **El revestimiento estándar de polietileno (MDPE o HDPE) está limitado a un potencial espacial inferior a 12 kV**
 - El PE se degrada en un campo eléctrico intenso, lo que provoca una conducción en el revestimiento
 - El revestimiento se quema y la ruptura provoca un fallo mecánico u óptico
- **Para más de 12 kV de potencial espacial, se necesita un revestimiento resistente a la conducción y...**
 - Las coronas en las puntas de los accesorios pueden dañar el revestimiento
 - Solución: Las "bobinas de corona" deben utilizarse en los extremos de todas las varillas de refuerzo
 - Advertencia: Podría haber problemas de inducción al tirar de la línea durante la instalación
- **El potencial espacial máximo absoluto es de 25 kV**

Temas específicos de ADSS

Normas sobre campos eléctricos



Pautas generales

- Hasta 35 kV = Sin peligro
- De 35 kV a 138 kV = Probablemente no haya peligro, a menos que instale el cable "cerca" de los conductores de fase
 - El proveedor puede ayudarle a verificar esto
- De 138 kV a 230 kV = Podría suponer un peligro. Debe revisarlo
 - El proveedor puede ayudarle
- 230 kV y superior = Definitivamente es un peligro. Debe utilizar un revestimiento resistente a la conducción y bobinas de corona
 - El proveedor puede ayudarle a revisar eso y confirmar los detalles

Temas específicos de ADSS

Normas sobre campos eléctricos



Pautas generales

- Hasta 35 kV = Sin peligro
- De 35 kV a 138 kV = Probablemente no haya peligro, a menos que instale el cable "cerca" de los conductores de fase
 - El proveedor puede ayudarle a verificar esto
- De 138 kV a 230 kV = Podría suponer un peligro. Debe revisarlo
 - El proveedor puede ayudarle
- 230 kV y superior = Definitivamente es un peligro. Debe utilizar un revestimiento resistente a la conducción y bobinas de corona
 - El proveedor puede ayudarle a revisar eso y confirmar los detalles

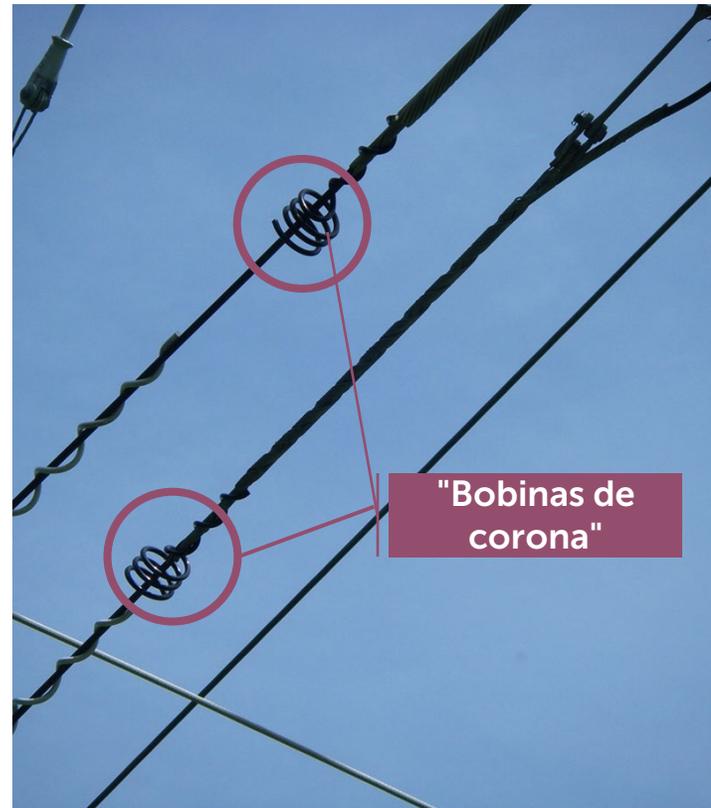


Temas específicos de ADSS

Problemas relacionados con el campo eléctrico



Este es el problema con la corona



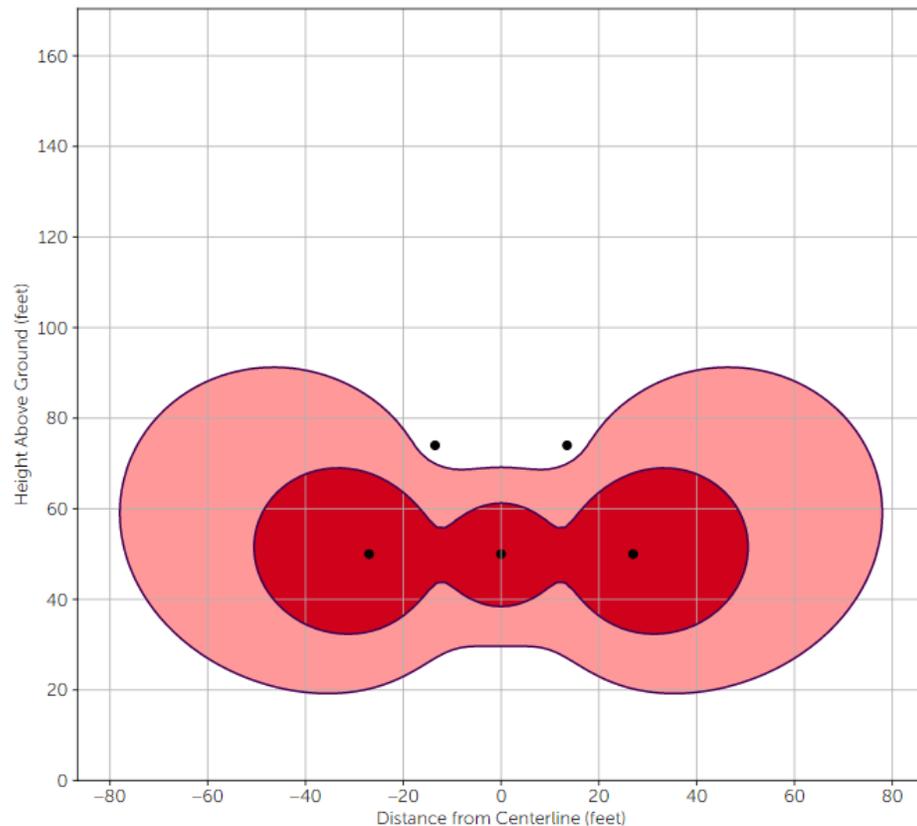
Esta es la solución con coronas



Temas específicos de ADSS

Análisis del potencial espacial

Results



- For zones with electric field **up to 12 kV** it's possible to use ADSS with standard jacket
- For zones with electric field **between 12 kV and 25 kV** it is advisable to use ADSS with track-resistant jacket
- For zones with electric field **above 25 kV** the use of ADSS cable is not recommended

[Download pdf file](#)

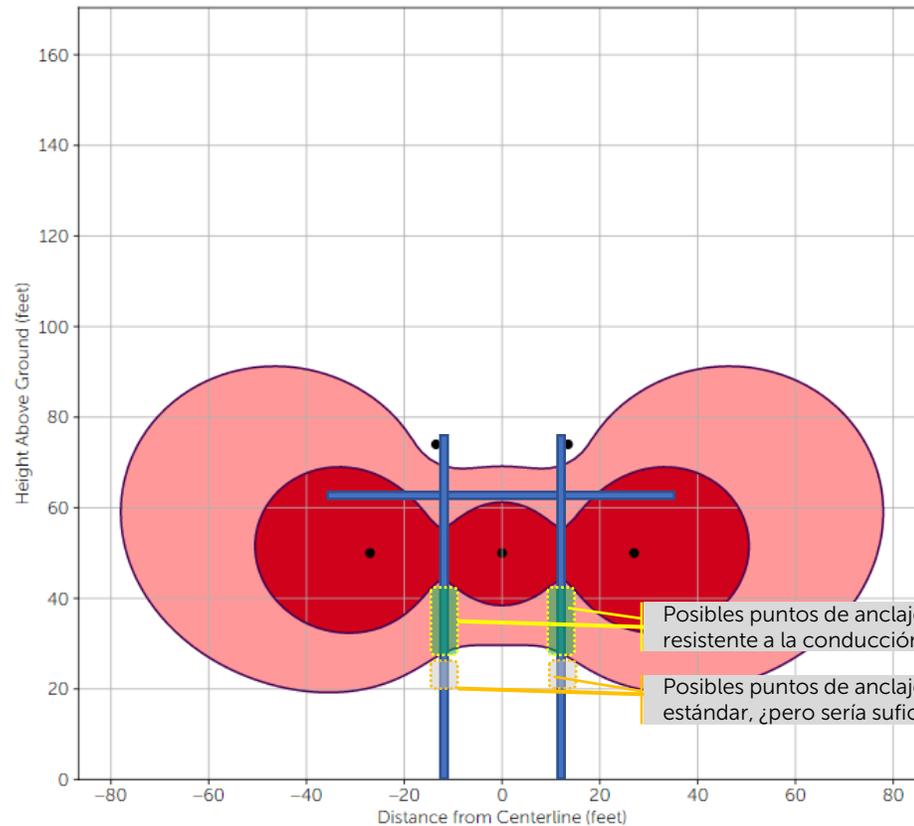
Puede realizar su análisis de potencial espacial utilizando nuestro sistema ACES SPOT en nuestro sitio web. ¡Es gratis!

Temas específicos de ADSS

Aplicación del análisis del potencial espacial



Results



Ejemplo: Línea de transmisión en H de 345 kV

Space Potential (kV)

- 0-12 kV ← El revestimiento estándar está bien
- 12-25 kV ← Necesita un revestimiento resistente a la conducción
- above 25 kV ← "No procede" con ningún ADSS

- For zones with electric field **up to 12 kV** it's possible to use ADSS with standard jacket
- For zones with electric field **between 12 kV and 25 kV** it is advisable to use ADSS with track-resistant jacket
- For zones with electric field **above 25 kV** the use of ADSS cable is not recommended

[Download pdf file](#)

Posibles puntos de anclaje si se utiliza un revestimiento resistente a la conducción

Posibles puntos de anclaje si se utiliza un revestimiento estándar, ¿pero sería suficiente la distancia al suelo?

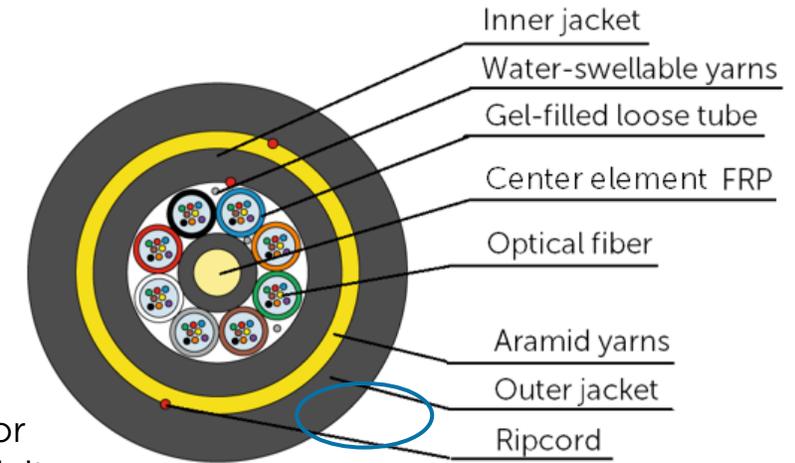
Temas específicos de ADSS

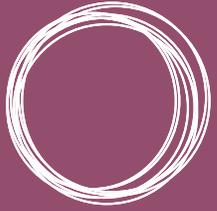
Análisis del potencial espacial



"Cordones de corte": Se utilizan para cortar el revestimiento (o revestimientos) y quitarlo

- Dos cordones de corte bajo el revestimiento exterior ayudan mucho, especialmente si el cable tiene un diseño acoplado
- Una buena herramienta para pelar el revestimiento también es una opción
- Los cordones de corte variarán según el proveedor, por lo que deberá especificar con exactitud lo que desea
 - El estándar de Incab consiste en poner dos (2) debajo del revestimiento exterior y uno (1) debajo del revestimiento interior
 - Algunos clientes quieren dos (2) debajo de cada revestimiento
 - Algunos proveedores ponen solo uno (1) debajo del revestimiento exterior
 - Algunos proveedores los omiten por completo a menos que usted lo solicite





Incab

Gracias

INCABAMERICA.COM