

Incab

Problemas de campo con cables aéreos de fibra óptica, parte 2 - ADSS

Leonardo Rojas

Gerente de Ventas Internacionales

25 de enero de 2024

CUMPLE CON EL RCEP

- Incab America ha cumplido con los estándares y requisitos del Programa de Educación Continua Registrado.
- El crédito obtenido al completar este programa se informará a RCEP.net.
- Los certificados de finalización se emitirán a todos los participantes a través del sistema en línea RCEP.net.
- Como tal, no incluye contenido que pueda considerarse o interpretarse como una aprobación o respaldo por parte del RCEP.

PROPÓSITO Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Este curso le enseñará los principales problemas que experimentan las empresas de servicios con sus cables aéreos de fibra óptica y cómo prevenirlos (siempre que sea posible).

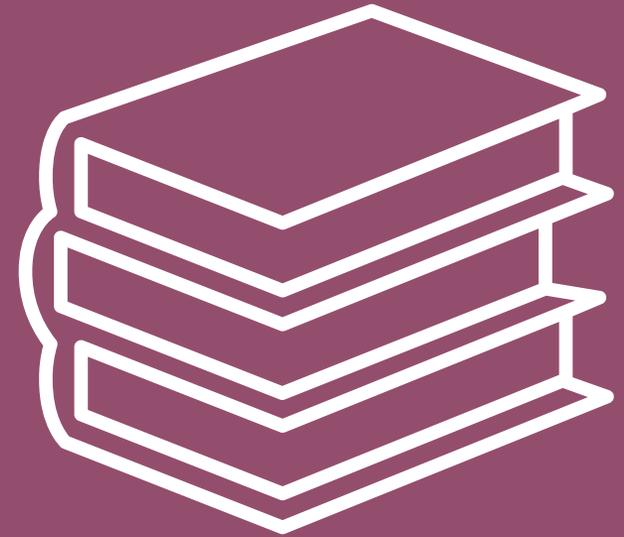
Después de esta clase, usted será capaz de:

1. Explicar al menos 3 formas en que el ADSS puede fallar debido a accidentes y vandalismo y cómo prevenirlos
2. Explicar al menos 3 formas en que el ADSS puede fallar debido a factores ambientales y cómo mitigarlos
3. Explicar al menos 2 formas en que ADSS puede fallar debido a la instalación y cómo mitigarlas
4. Explicar el problema de "pistoneo" que puede ocurrir en los puntos de empalme
5. Explicar la tensión de la fibra
 - ¿Qué es?
 - ¿Por qué es importante?
 - Cómo afecta a ADSS
 - ¿Cómo se puede controlar?
6. Explique por qué los problemas anteriores no desaparecen simplemente colocando cables de fibra óptica bajo tierra.

Universidad Incab "Escuela de Excelencia en Fibra Óptica"

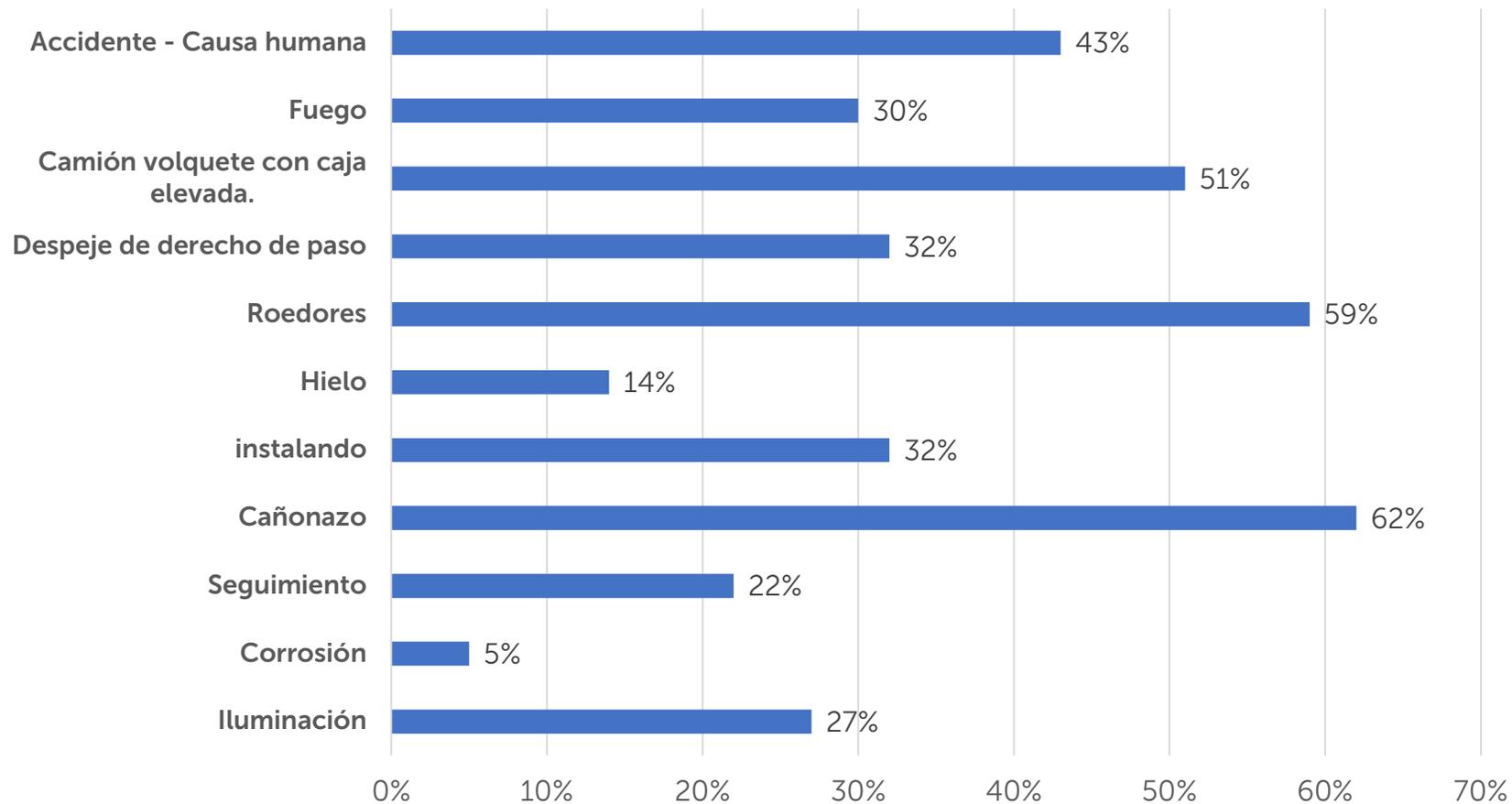
Agenda

- Introducción
- Objetivos de aprendizaje
- Presentación
- Preguntas y respuestas
(solo preguntas técnicas)
- ¡Empecemos!



Considere este gráfico de fallas de ADSS por tipo

¿Qué fallas ha experimentado su empresa de servicios públicos con ADSS?



Son bastantes con muchas causas diferentes... Vamos a agruparlos...

Nota: Cita completa al final

Fallos de ADSS por tipo - Categorizados

- Accidentes y vandalismo
 - Disparos
 - Volquetes
 - Accidente – causa humana
 - Distancia sobre el Paso.
- Medioambiental
 - Roedores
 - Fuego
 - Relámpagos
 - Hielo
- Instalación y material
 - Instalación
 - Corrosión – defectos del material
- Tracking
- Hablaremos de cada grupo y de las causas específicas dentro de cada uno
- Además, hablaremos del "pistoneo" en los recintos de empalme, que no siempre conduce a fallos ópticos, pero que sin duda es un problema digno de atención

**Accidentes y
vandalismo
Fallas**

Accidentes y vandalismo

Causas y soluciones

1. **Disparos** - La principal causa de falla de ADSS

- Pequeño consuelo para diferenciar entre los disparos intencionales (ADSS como objetivo) y los disparos no intencionales (el objetivo era un pájaro u otra cosa)
- Por lo general, conduce a daños ópticos inmediatos

Soluciones:

- No hay una solución directa; Solo medidas atenuantes:
 - Prepárese para usar un OTDR para identificar la ubicación
 - Tenga un buen plan de restauración de emergencia que incluya:
 - Cable de repuesto (¿en un carrete de acero?), más
 - Accesorios (al menos un par de callejones sin salida y una carcasa de empalme)

Una solución indirecta podría ser usar un tipo diferente de cable en áreas donde el daño de la escopeta ha sido o podría ser una preocupación:

- Conductor de fase óptica (OPPC) o neutro (OPNW)
- Metallic Aerial Selfsupporte (MASS) o mensajero óptico (OPMW)
- → Sin embargo, hay cuestiones importantes que evaluar cuando se piensa en un cambio de este tipo (Referencia: "Cables de Fibra Óptica 101")

Considerar Fibra Óptica de Baja Atenuación,

El "Santo Grial" del diseño de cables ADSS es uno que proporciona protección contra al menos daños en la escopeta

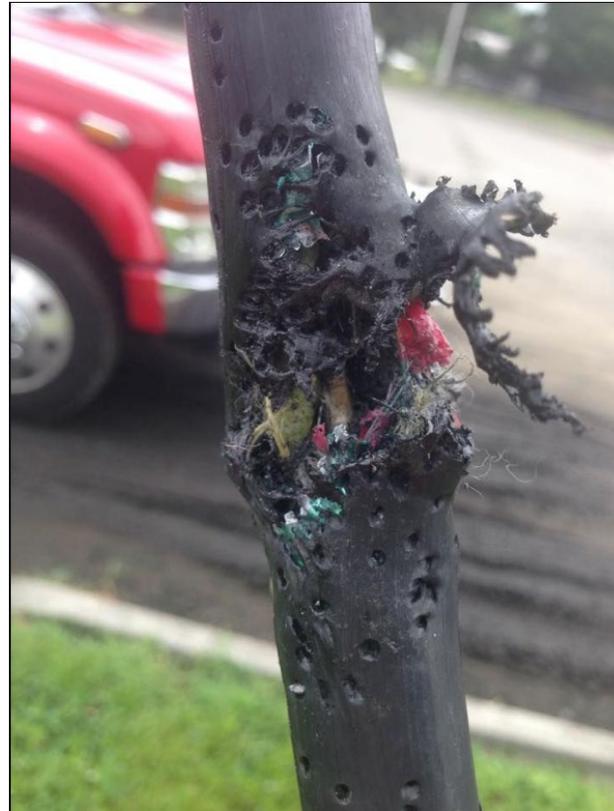
Fallos operativos

Causas y soluciones

- ¡ilustraciones! Daño por arma de fuego



Bala



Escopeta

Fallos operativos

Causas y soluciones

- ¿Quizás debería haber dicho "proyectiles"?

¡Esta vez no hay disparos! Una flecha ha dañado nuestra fibra en South Jonesboro. Sentimos que esto es una ocurrencia de una en un millón según la dirección de la flecha, pero aún así debemos publicar un PSA para estar atentos a las líneas de utility. ¡Qué disparo!



Accidentes y vandalismo

Causas y soluciones

2. **Camiones volquete, accidentes y limpieza de ROW**- Variaciones de un tema: ADSS es vulnerable porque es

- Fijado más abajo en las estructuras = más cerca del suelo
- Hecho de plástico y otros materiales no metálicos

Soluciones:

- Se debe comprobar el flechado, tanto vertical como horizontal, y se deben mantener las holguras de código
- ¡Las autorizaciones de código son mínimas!
- Conozca su área de servicio y diseñe en consecuencia

- De lo contrario, no hay soluciones; solo medidas atenuantes como contra los daños por arma de fuego
 - Prepárese para usar un OTDR para identificar la ubicación
 - Tenga un buen plan de restauración de emergencia que incluya:
- ¿Quizás OPPC, OPNW, MASS u OPMW?

Fallos operativos

Causas y soluciones

¡Ilustración! Un camión volquete se enganchó en un cable



Tenga en cuenta que el proveedor de cables se enorgulleció de que varios postes fallaran antes de que lo hiciera su cable

**Ambientalmente
Inducido
Fallas**

Fallos inducidos por el medio ambiente

Causas y soluciones

1. **Roedores, incluyendo / especialmente ardillas**– ¡Segunda causa principal de falla de ADSS!

- ¡Porque la aramida (Kevlar™) es sabrosa!
- Tiende a ocurrir en áreas específicas

Soluciones:

A. Comienza con "Conozca su territorio de servicio"

B. Medidas de protección del cable antirroedor:

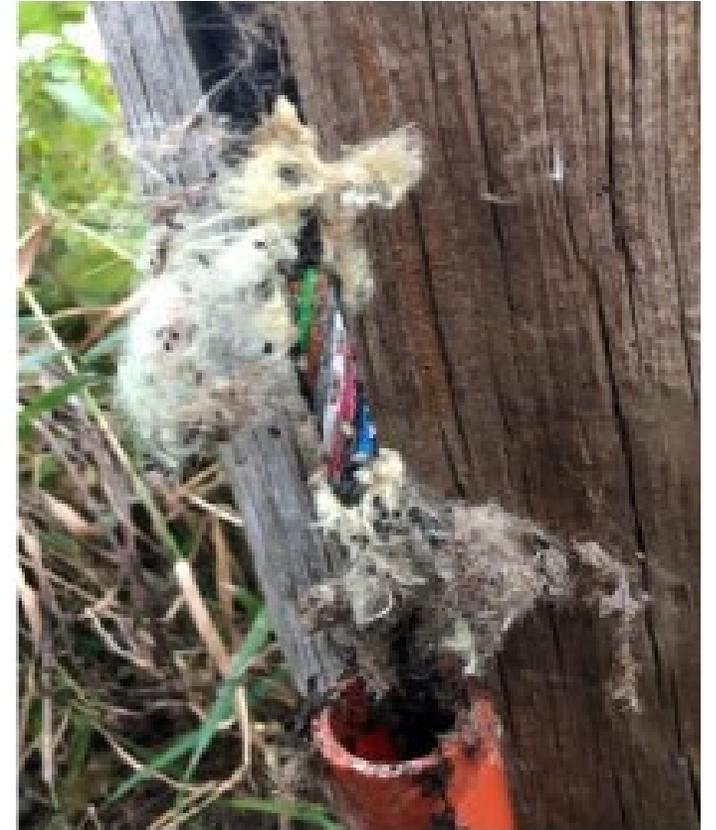
1. Aditivo disuasorio en la chaqueta = C-
 - ¿Cuánto durará? ¿Meses o algunos años?
2. Utilice hilo de fibra de vidrio para mayor resistencia en lugar de aramida = B
 - Todavía se daña la cubierta exterior, pero se puede reparar con cinta de reparación de cubierta.
 - Sugerir una chaqueta interior para proteger el núcleo óptico (construcción de doble chaqueta)
3. Utilice varilla de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) para resistencia = A
 - Todavía tiene daños en la cubierta exterior, pero puede repararla con cinta de reparación de la chaqueta
 - Debe tener una chaqueta interior (construcción de doble chaqueta)

*Mención deshonrosa
para las garras de
pájaro grandes*

Fallos inducidos por el medio ambiente

Causas y soluciones

¡Ilustraciones!



Fallos inducidos por el medio ambiente

Causas y soluciones

2. Fuego

- Tenga en cuenta que una vez encendido, el polietileno (PE) (ya sea LDPE, MDPE o HDPE) tenderá a continuar ardiendo, por lo que puede ayudar a que se propague un incendio (¡Vaya!)

Soluciones:

A. Una vez más, conozca su territorio de servicio

B. Cables "Fire Rated"

- Materiales de la camisa auto extingüibles para que el fuego no se propague
- Cinta resistente al fuego para avisar
 - Lo mejor que puede obtener son tres (3) horas



Fallos inducidos por el medio ambiente

Causas y soluciones

3. **Relámpago** – Una causa indirecta de falla.

- Los rayos provocaron incendios en las estructuras y daños en el hardware

Soluciones:

- A. Una buena conexión a tierra y unión ayuda a
- B. Los cables "resistentes al fuego" también pueden ayudar

Fallos inducidos por el medio ambiente

Causas y soluciones

4. **Hielo:** si alguien le dice: "La nieve y el hielo no se acumulan en ADSS en el campo", muéstrele estas imágenes



Fallos inducidos por el medio ambiente

Causes and Solutions

- **Hielo** – No es probable que falle el cable (ver las fotos), pero...
 - El aumento del flechado puede llevar a violar la distancia al suelo (recuerde las imágenes de la última diapositiva)
 - Un espacio libre inadecuado puede provocar contacto y daños (recuerde el camión volquete, por ejemplo)
 - Además, se han formado "tubos de hielo" y han causado problemas
 - Se rompió, se deslizó por un tramo y se estrelló contra el hardware, dañándolo y/o el cable

Solutions:

- A. Una vez más, conozca su territorio de servicio y diseñe para una acumulación realista de hielo
- B. Los "romper el hielos" evitan que se dañen los tubos de hielo
 - Útil en tramos con diferencias de elevación significativas

Instalación
Inducido
Fallas



Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

1. Daños durante la instalación

- A. Daños en la chaqueta durante el encordado
- B. Daños durante el empalme
 - Daños en las fibras
 - Problemas con la bandeja

("Pistoning" también se discutirá más adelante)

Veámoslos por separado...

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

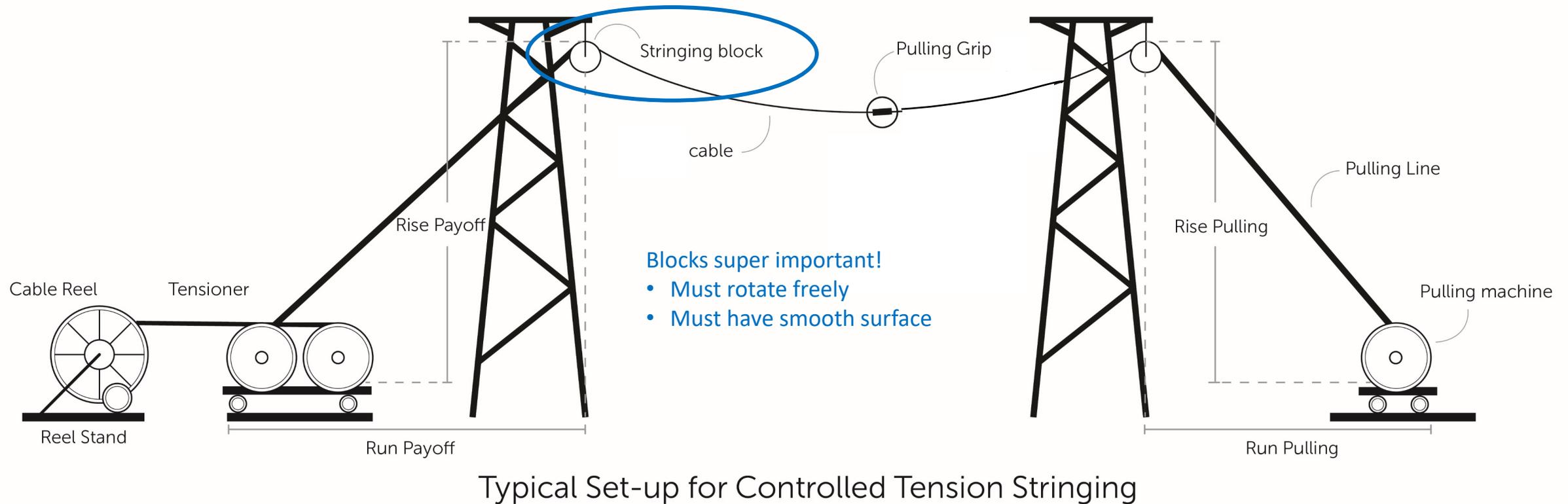
A. Daños en la chaqueta durante el tendido

- La abrasión, el rayado o las rasgaduras/roturas de la chaqueta durante el pull-in pueden ser causadas por:
 - Cuando se utiliza el tendido de tensión controlada" (tirar de la línea y los bloques)
 - El cable sale de la ranura del bloque y se arrastra a lo largo del marco
 - El bloque no gira libremente
 - Superficie de bloque dañada
 - Uso de soportes tipo "muñón" en lugar de bloques: ¡lo que los fabricantes de cables a menudo desaprovechan!
 - Cuando se utiliza el encordado de carretes móviles
 - Daños durante la elevación del cable hasta el punto de conexión
 - Para ambos métodos: Herramientas y equipos
- El daño durante el tendido generalmente no es un gran problema (¿sorprendente?)
 - La mayoría de las veces, el daño es solo superficial
 - Debe ser grave (p. ej un rajado en la chaqueta) para que sea problemático
 - Incluso entonces, la cinta de reparación de la cubierta generalmente puede arreglar

Quick primer...

Instalación de ADSS - Encordado

Encordado de tensión controlada

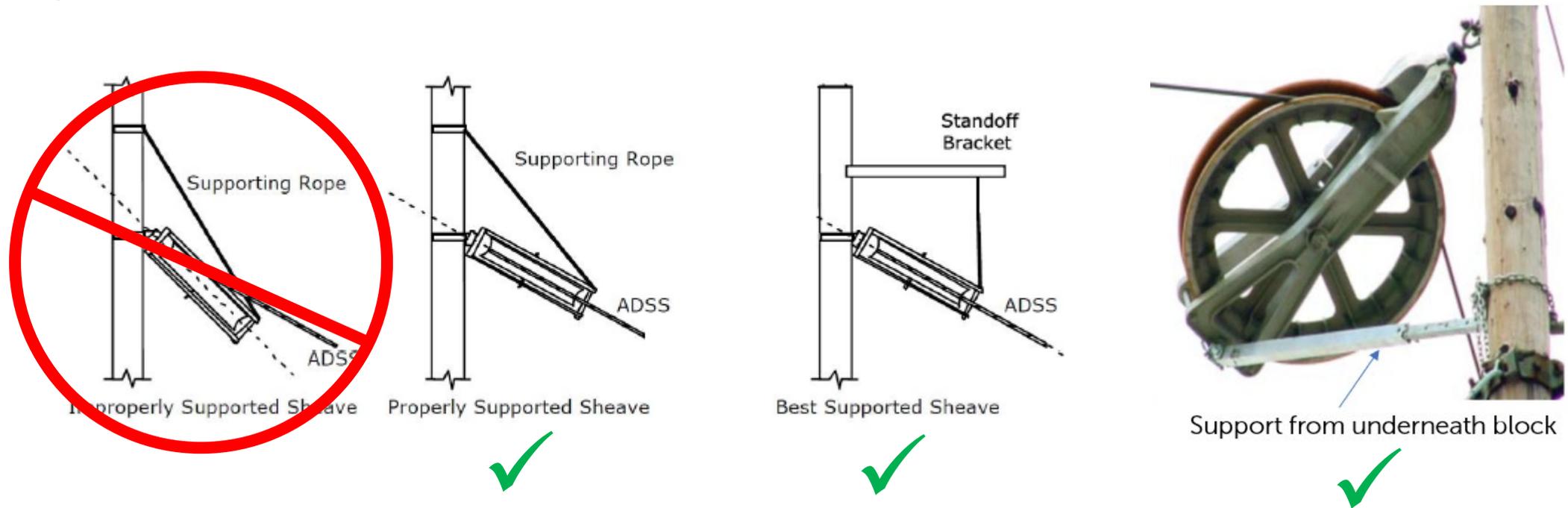


(Nota: El encordado se discute con tedioso detalle en nuestro seminario web de instalación de ADSS)

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

¡Ilustraciones!



- ¡El ADSS y el bloque deben estar en el mismo plano durante el tirón!
- Si no lo están, entonces el cable puede subir y salir del bloque

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

¡Ilustraciones!

Propina:

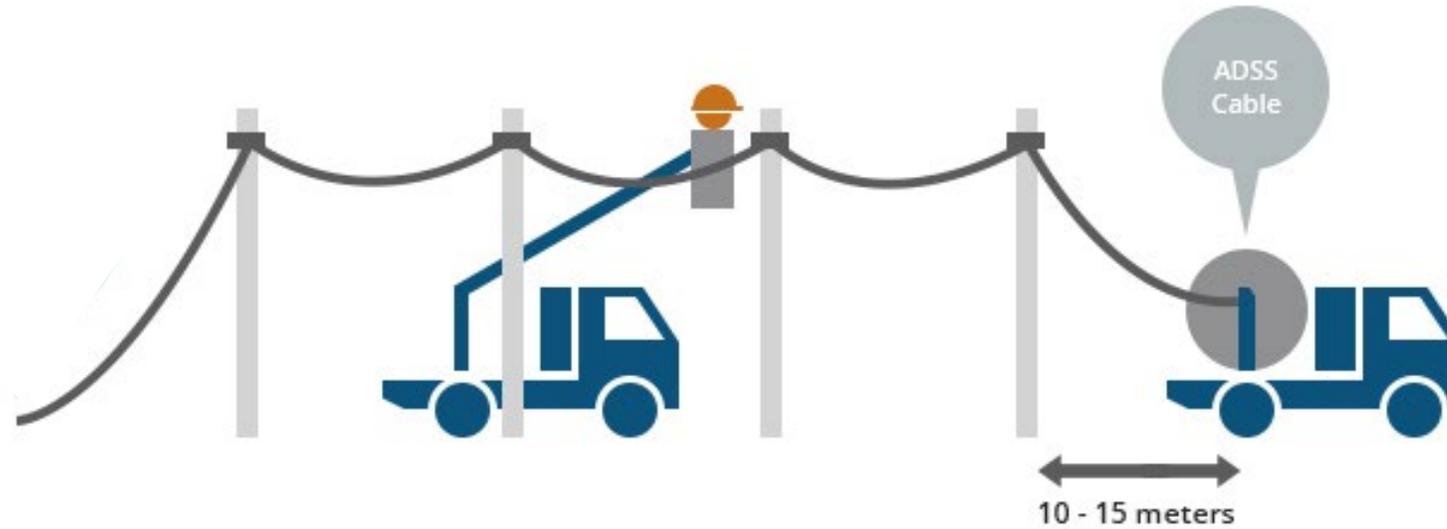
¡Los bloques de plástico "Aerial Buddy" de Jameson son excelentes para ADSS!

El tamaño de 24" es bueno para la mayoría de los cables y la mayoría de los ángulos (¡tengo que comprobarlo!)



Instalación de ADSS - Encordado

Encordado de carretes móviles



Al utilizar este método:

- Cuidado con las herramientas
- Esté atento en el proceso de izar el cable en cada estructura

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

- B. Daños durante el empalme**– (Disculpas a los técnicos de empalme) Siempre mal manejo
- 1) Doblar los tubos, doblarlos demasiado, sangrado inadecuado
 - Los tubos de polipropileno (PP) son más indulgentes con los descuidados
 - El polibutileno (PBT) es el material más confiable y duradero; pero es más fácil de torcer, por lo que hay que tener un cuidado razonable
 - 2) Dañar las fibras –
 - Daños en las fibras durante la entrada del tubo (recubrimiento o revestimiento)
 - Pelado y/o corte deficiente, que podría ser el separador o el dispositivo de corte



Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

B. Más daño durante el empalme

3) Empalme pobre

- Exceder el radio mínimo de curvatura de la fibra
- Podría ser el resultado de un mal pelado o hendido
- Contaminación presente durante el proceso
- La empalmadora no funciona correctamente

4) Mal manejo del tubo holgado y/o de la bandeja.

- Exceder el radio mínimo de curvatura del tubo
- No colocar o asegurar correctamente los protectores de empalme
- No organizar o asegurar correctamente las bandejas



Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

B. Conclusión de daños durante el empalme - Soluciones

- ¡La capacitación adecuada de los técnicos de empalme y una buena experiencia son imprescindibles!
- ¡Siga las pautas del fabricante de cables y cajas de empalme!

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

2. "Corrosión" y defectos de materiales

- A. Corrosión en el hardware que provoca daños en el cable = problema de hardware
 - Cualquier cosa que parezca corrosión en la cubierta del cable es realmente un "defecto de material y/o fabricación"
- B. Defectos materiales
 - Calidad de los material per se...
 - Calidad de los procesos de fabricación, especialmente...
 - Humedad o contaminación presente durante la extrusión

Solución: Compre a proveedores de calidad

Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

- ¿Qué pasa con las roturas de la chaqueta?



Fallos inducidos por la instalación

Causas y soluciones

Rasgaduras de chaqueta (especialmente en remates finales)

- 60% de probabilidad causada por el diseño de remate final
 - Concentración de tensión y/o distancia de acoplamiento inadecuada
- 40% de probabilidad causada por el diseño del cable
 - La tensión en el elemento de resistencia debe acoplarse a un remate final a través de la chaqueta
- Pero, en realidad, no importa cuál: ¡el cable y el hardware deben funcionar como un sistema!

Solución: **¡Confirme la compatibilidad tanto con el cable como con el fabricante del hardware!**

**Seguimiento
Inducido
Fallas**

Fallos inducidos por el Tracking

Causas y soluciones

El tracking es casi siempre el resultado de que ADSS se encuentra en un campo eléctrico demasiado alto

- Chaqueta estándar en campo $> 12,5$ kV/m
- Chaqueta resistente a las orugas en campo > 25 kV/m
 - Sin embargo, puede usar "barras de clasificación" o tubos como solución alternativa
- Excepción: Fuerte contaminación más un ciclo de lavado natural deficiente
 - Desciende un nivel por encima de las pautas
 - Considere la experiencia de su empresa de servicios públicos con aisladores como sustituto

Soluciones:

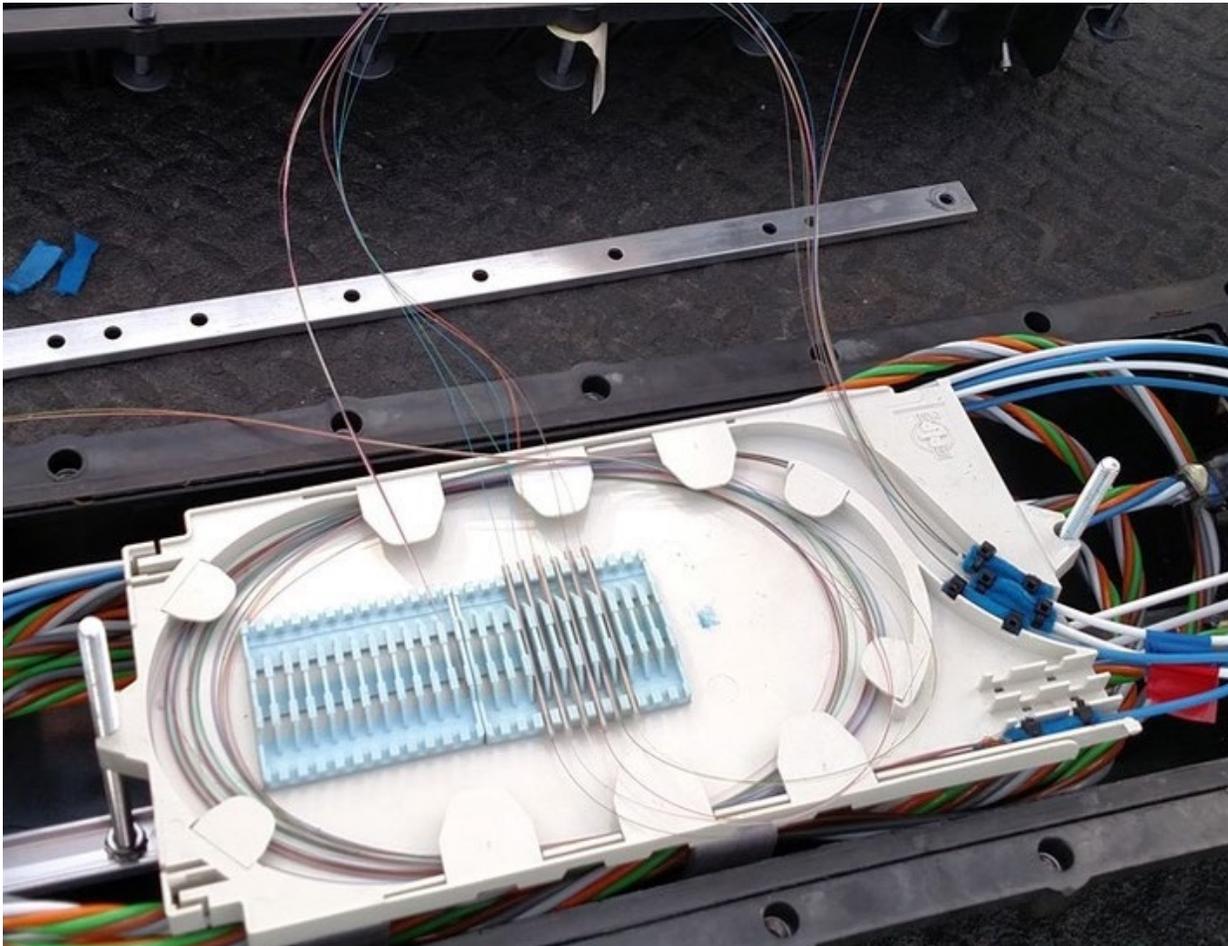
¡Análisis del potencial espacial!

(Nota: El seguimiento y el análisis de potencial espacial se discutieron con un detalle nauseabundo en nuestro seminario web sobre ADSS en campos eléctricos altos)

**Pistoneo
(por fin)**

Pistones

Causas y soluciones



El pistón son las fibras que salen de los tubos hacia la bandeja y posiblemente también hacia afuera de la bandeja

Puede dar lugar a:

- Macroflexión, lo que conduce a un aumento de la atenuación
- Fibras rotas

Ocurre esporádicamente aquí y allá

Pistones

Causas y soluciones

Las causas de los pistones aún se debaten, pero es probable que los factores que contribuyen incluyan

- Tubos trenzados con una longitud de tendido demasiado larga
 - Evite esto comprobando la tensión de la fibra en MRCL ("carga máxima nominal del cable"): lo ideal es 0%, lo máximo es 0,2%
- ¿Material del tubo?
 - ¿Menor coeficiente de fricción del propio material?
- Tipo de tubo
 - Tubos secos: deberían ser más probables debido a la falta de gel
 - Tubos inundados: debería ser menos probable, pero ¿qué pasa si el gel es demasiado delgado (baja viscosidad)?
- Medioambiental
 - ¿La naturaleza periódica del balanceo del viento de baja frecuencia?

Solución:

- Hable con el fabricante del cable y recuerde: Hacer lo mismo y esperar un resultado diferente es la definición de locura (algo tiene que cambiar)
- La industria necesita recopilar más datos sobre este problema para poder analizar las tendencias y los patrones

Fiber Strain
(esfuerzo en la
fibra): un
concepto
importante

Fallos ópticos

¡Los esfuerzos sobre la fibra mata las fibras ópticas y, por lo tanto, los cables de fibra óptica!

- ¿Qué es la tensión de fibra? Respuesta: Cuando las fibras tienen tensión
- ¿Por qué debería importarte?

Conceptos clave como antecedentes

- Cada cable tiene un punto de "margen de tensión de fibra cero" (ZFSM)
- Por debajo de ZFSM, las fibras no tienen tensión (¡Tensión = 0% = buena!)
- Por encima de ZFSM, las fibras tienen tensión (¡Tensión > 0% = mala!)
- A la tensión nominal máxima de diseño (MRDT = carga nominal máxima del cable (MRCL)) puede haber tensión de la fibra o no, dependiendo del diseño del cable

Fallos operativos

¡La tensión de fibra mata las fibras ópticas y, por lo tanto, los cables de fibra óptica!

- ¿Por qué debería importarte?
 - Según Corning (y otros), la probabilidad de falla de la fibra si la deformación = 0.2% es "muy baja"
 - ➔ La vida útil esperada cuando la tensión = 0.2% en fibra estándar es de 40+ años (una probabilidad, no una garantía)
 - Mayor deformación = aumento de la probabilidad de fallo
 - ➔ La vida útil esperada cuando la tensión = 0.3% es de 40 días (¡Vaya!)
 - Los efectos de la tensión "alta" se acumulan con el tiempo
 - Es decir, la vida útil esperada se reduce incluso si la deformación vuelve al 0%
 - ¿Por qué? Debido a daños microscópicos en el núcleo o el revestimiento
 - Por lo tanto, si este año, 1 día de tensión al 0,3%, entonces la "asignación" de tensión en el futuro se reduce a 39 días
 - La carga cíclica es un factor compuesto porque la fibra es de vidrio y es fuerte, pero quebradiza

Fallos operativos

¡La tensión de fibra mata las fibras ópticas y, por lo tanto, los cables de fibra óptica!

- ¿De dónde viene fiber strain? Fuentes en funcionamiento
 - Diseño de cables
 - Forma sinusoidal de las fibras dentro de un tubo
 - Longitud de los tubos - laylength
 - Fabricación de cables
 - "As-made" podría ser más bajo que el diseñado si se controla mal el exceso de longitud de fibra (EFL)
 - Una fabricación deficiente puede dañar la fibra (microscópicamente)
 - Condiciones de funcionamiento
 - Las condiciones de viento o hielo hacen que el cable experimente tensiones más altas de lo diseñado, y/o
 - Más tiempo bajo tensión de lo esperado

Fallos operativos

¡La tensión de fibra mata las fibras ópticas y, por lo tanto, los cables de fibra óptica!

- Soluciones – Dejar "No se esfuerce; No hay problema" sé tu guía general
 - Diseño del cable: sepa si puede esperar tener tensión o no
 - Directriz básica: 0% de esfuerzo "todos los días" (sin hielo/sin viento); $\leq 0,2\%$ de tensión con su carga máxima de hielo/viento
 - Tenga en cuenta el ZFSM del cable teniendo en cuenta tanto los criterios de carga de código como la carga real en su área
 - El código es una guía; Respeta tu realidad
 - Todos los proveedores conocen el ZFSM de su cable, pero a menudo hay que pedirlo
 - Tenga esto en cuenta cuidadosamente durante el proceso de selección de cables
 - Fabricación de cables: sepa que su proveedor tiene control EFL en proceso para tubos
 - Todos los tipos de tubos deben tener 0.25% o más
 - Condiciones de funcionamiento
 - Recopile datos meteorológicos y busque el clima donde se esperaría tensión
 - Estimar el nivel de deformación y el tiempo de exposición para ajustar la vida útil esperada
 - Trabajando en una directriz para esto



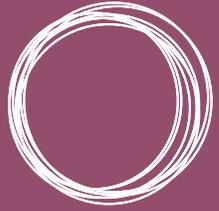
¡Puede predecir cuándo es probable que su ADSS tenga problemas!

¡Dios mío! ¿Quizás debería pasar a la clandestinidad?!

- ¡Parece un alto riesgo de problemas!
 - ¡Mantén la calma! Ten en cuenta el contexto
 - ¡ADSS todavía tiene un excelente historial!
Buen diseño de cable + Buena fabricación + Buen hardware + Buena instalación
= 25+ años de vida útil
 - Los cables subterráneos también tienen problemas
 - Roedores, especialmente ratas.
 - (Pícaro) Retroexcavadoras – Las excavadoras son el asesino #1 de los sistemas subterráneos de todo tipo
 - ➔ La reparación de sistemas subterráneos tiende a ser más difícil, lleva más tiempo y cuesta más
- ➔ ¡ADSS sigue siendo una solución de referencia para poner fibra en todas las líneas eléctricas!

Agradecimiento a la UTC

- El informe de investigación del Subcomité de Fibra UTC sobre el ciclo de vida de la fibra ADSS fue mi punto de partida para este seminario web y es una gran fuente de información
- Muchas de las ilustraciones son de ese informe
- Ofrezco a la UTC mi gratitud por su trabajo
- Te ofrezco el consejo de que puedes obtener este informe de la UTC en:
- <https://utc.org/resources/#research>
- Tienen un informe similar para OPGW, que fue mi punto de partida para la Parte 1 de esta serie sobre Problemas de Campo con Cables de Fibra Óptica Aérea



Incab

Gracias

INCABAMERICA.COM