

# Productos PLP con 57 años de utilización en red eléctrica de Estado Unidos en perfectas condiciones

PLP obtuvo y evaluó cuatro conjuntos de suspensión PLP Armor-Grip (AGS), número de parte AGS-5108, que fueron instalados en 1957 en Dakota del Norte.

PLP obtuvo y evaluó cuatro conjuntos de suspensión Armor-Grip (AGS), número de parte AGS-5108, que fueron inicialmente instalados en 1957. Las unidades AGS devueltas fueron retiradas de una línea de transmisión de 115 kV ubicada en las cercanías de West Fargo, Dakota del Norte, en Estados Unidos, y han estado en servicio continuo desde 1957 hasta el 2014. Estas grapas fueron instaladas sobre un conductor ACSR (Partridge) de 266,8 kcmil 26/7, en un tramo de línea que tenía una orientación Norte-Sur. Tener en cuenta que no había amortiguadores de vibración instalados sobre esta línea.

Las grapas AGS fueron enviadas a PLP intactas; incluyendo el tramo de conductor sobre el cual habían sido instaladas. Fueron cuidadosamente desmontadas en PLP para permitir la inspección y el análisis del conductor, los herrajes y los insertos de elastómero (neoprene).

Los resultados de la inspección y análisis se resumen a continuación.

## Conductor ACSR

Sobre las cuatro muestras, luego de que el conjunto AGS fuera removido, no hubo desgaste o daño observado sobre el conductor bajo los alambres o bajo los insertos de neoprene.

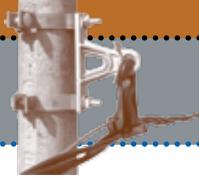
Hemos notado que una simple hebra de aluminio en la capa exterior del conductor de una de las mues-

tras estaba rota en una posición de aproximadamente siete pulgadas desde el extremo de las varillas de la AGS (ver figura 1).



Figura 1. Hebra rota en la capa exterior del conductor

No hubo evidencia de fatiga o rozamiento de las hebras de aluminio en las áreas adyacentes a la hebra rota, y esta fue la única hebra dañada observada en cualquiera de las cuatro muestras que fueron inspeccionadas. Dado que esta no es una ubicación (siete pulgadas desde el extremo de las varillas de la AGS) que debería experimentar tensiones dinámicas importantes de vibración eólica o actividad debida al *galloping*, es posible que haya habido un defecto existente en el material de esta hebra solamente.



No hubo evidencia de desgaste o rozamiento de cualquiera de las hebras de aluminio del conductor en o adyacente a los extremos de las varillas de las AGS.

Los tramos de conductor de las cuatro muestras, posicionados dentro de los insertos de neoprene, tampoco exhibieron evidencia de desgaste o rozamiento. Hemos notado que hubo rastros de residuos (a la izquierda por el inserto de neoprene) en el tramo de conductor directamente bajo el inserto (ver figura 2). Este residuo no causó ningún daño y podría ser fácilmente removido.



Figura 2. Tramo de conductor dentro del inserto de neoprene

Además, observe la marca a través de las hebras en la figura 2, ubicadas directamente debajo del centro del inserto de neoprene. Esta marca fue probablemente hecha por el liniero con un destornillador o la hoja de un cuchillo en el momento de la construcción de la línea original, para ubicar el centro de la suspensión antes de la instalación de la AGS.

En general, después de 57 años de servicio en campo, el conductor estaba en muy buenas condiciones.

### Varillas AGS

No hubo evidencia de grietas o rozamiento de las varillas de aleación de aluminio en cualesquiera de las cuatro muestras devueltas desde el campo.

Menor abrasión se observó en las varillas en los puntos en que hicieron contacto con la carcasa de aluminio de la AGS (ver figura 3). Este desgaste menor probablemente ocurrió como resultado de movimientos ligeros del conjunto de varillas dentro de la carcasa; porque la relación entre las varillas y la carcasa no es un ajuste "ab-

solutamente apretado". Esta condición es normal y considerada como parte del diseño básico de la AGS. La forma de reloj de arena formada en el centro de la carcasa de la AGS impide el movimiento longitudinal (a lo largo del eje conductor), pero sí permite una pequeña libertad para rotación o pequeños movimientos longitudinales.



Figura 3. Varillas de la AGS

Al igual que el conductor, las varillas de la AGS estaban en muy buenas condiciones después de 57 años de servicio en campo.

### Carcasa de la AGS

El clima en el que las unidades de AGS estuvieron en servicio por 57 años presenta condiciones extremas de temperaturas muy frías ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) en el invierno y es muy ventoso durante todo el año. Esta ubicación se considera especialmente propensa para la vibración eólica y *galloping*. La empresa de energía informó que no hubo amortiguadores de vibraciones instalados en esta línea.

La carcasa de la AGS muestra una clara evidencia de actividad de vibración eólica desde el desgaste de la oreja de la carcasa, que estaba en contacto con el herraje de acoplamiento órbita-ojo (ver figuras 4a y 4b). Durante las condiciones de vibración eólica, estas dos superficies rozan entre sí; y eventualmente causan desgaste de los materiales.

El desgaste de la oreja de la carcasa de la AGS con años de actividad de vibración eólica sirve como un recordatorio de que las grapas AGS no amortiguan la actividad de



Figura 4a. Desgaste de la carcasa AGS



Figura 4b. Desgaste de la carcasa AGS (de cerca)

vibración. Más bien, la grapa AGS provee protección para el conductor de los esfuerzos dinámicos de vibración eólica y *galloping*. La energía de vibración se transmite a los herrajes, aislantes y estructura. Es por esta razón que se utilizan amortiguadores con las AGS en áreas donde se espera una moderada a severa vibración eólica.

En la figura 4a se pueden ver marcas de desgaste de menor importancia de las varillas que están en contacto

con la carcasa de la AGS. Como se dijo anteriormente, esto es debido a una ligera libertad de movimiento que es inherente al diseño AGS.

La actividad de vibración eólica en la línea también causó la abrasión que se produjo en el perno de la AGS (ver figura 5), resultando en una ligera reducción del diámetro. Este desgaste fue causado donde el ojo de la órbita-ojal estaba en contacto con el perno de la AGS. No hubo devolución de órbitas-ojal con las muestras, pero es de esperar que habría un desgaste similar en el agujero del ojo.

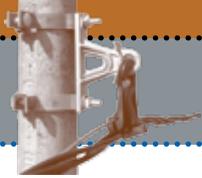
Algún desgaste en el agujero de la carcasa AGS también se puede ver en las figuras 4a y 4b.



Figura 5. Abrasión en el perno de la AGS

A pesar de que hubo un desgaste notorio observado en el tornillo y las orejas de la carcasa de la AGS, el deterioro después de 57 años de servicio no era de tal magnitud como para reducir la resistencia total de la unidad o para causar preocupación.

El tipo de desgaste que se observó en la carcasa de la AGS y el perno sugiere que el tramo de la línea en que estas unidades de AGS fueron retiradas no había experimentado *galloping*; o si lo hubiera tenido, que la amplitud era menor. Moderado a severo *galloping* crea un daño muy distinto a los herrajes de suspensión, resultante de la carga de impacto y las características de baja frecuencia de la vibración.



### Insertos de la AGS

Los insertos de neoprene de los cuatro conjuntos devueltos del campo no muestran evidencia física de desgaste, decoloración o daño derivados de los 57 años de servicio.

Cabe destacar que Fargo tiene 197 días en total por año de pleno sol. Además, las temperaturas extremas varían entre -44,4 °C en invierno a 41 en verano. En general, considerando la gran diferencia de temperaturas, brillo del sol y vientos suaves, asociados con la vibración eólica, así como los vientos fuertes y la formación de hielo que pueden causar *galloping*, Fargo representa un medio hostil.

Las figuras 6a, 6b y 6c muestran la condición típica de la superficie interior de los insertos. Está claro en todas estas figuras que el conductor ha dejado una imagen de las hebras exteriores, pero por lo demás los insertos parecen estar en excelente condición física.



Figura 6a. Inserto completo (vista interior)



Figura 6b. Inserto (de cerca en el final)



Figura 6c. Inserto (de cerca en el centro)

### Inserto: evaluación del material

Dos de las mitades de los insertos de neoprene (uno de cada uno de los dos conjuntos de AGS devueltos) fueron enviadas al laboratorio de desarrollo de Akron Rubber (ARDL), en Ohio, Estados Unidos, para contrastar con las especificaciones de PLP originales (MS-19).

Los resultados de las pruebas independientes de los insertos se detallan en la tabla 1.

Propiedad física	Requisito MS-19	Inserto 1	Inserto 2
Dureza, Durometer A	65-80	79	77
Resistencia a la tracción, psi	2000 mín.	1,757	1,736
Elongación, %	300 mín.	326	365

Tabla 1. Resultados de las pruebas de los insertos

A excepción de la resistencia a la tracción que es ligeramente menor a los nuevos requisitos, todas las demás propiedades se encuentran dentro de la especificación original para los insertos de nueva producción.

### Resumen

El estado general del conductor y los componentes de los cuatro conjuntos de AGS recibidos como muestras, devueltas del campo después de 57 años de servicio en el duro medioambiente de Dakota del Norte, es notable. Los conjuntos restantes de la línea de transmisión de la que estas muestras fueron retiradas seguirán proporcionando un alto nivel de protección para el conductor en los años venideros. ■

Nota del autor: Preformed Line Products desea reconocer la ayuda proporcionada por Otter Tail Power Company (Fergus Falls, MN, EE. UU.) en la identificación y el suministro de las grasas AGS que fueron mencionadas en este informe.

Por **Bob Whapham**

**Gerente de Mercado Global, Transmisión, de PLP**

[www.plpargentina.com.ar](http://www.plpargentina.com.ar)