

Eficiencia en la Inspección de Líneas Eléctricas de Alta Tensión Mediante Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados (SVANT).

Mtro Rigoberto Méndez Palacios

rigoberto.mendez@cfе.gob.mx

Ing, Jesús Alfonso Ruíz García

(Jubilado de CFE)

jarg_18235@hotmail.com

Comisión Federal de Electricidad

Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura

Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

Av. San Rafael Santa Cecilia No. 211-B, Col. San Rafael,

Col. San Rafael, municipio de Tlalnepantla de Baz,

Estado de México, C.P. 54120

TEL. 01 (55) 52 294400 ext. 64266, 64955

Resumen: Las tecnologías de los Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados (SVANT) son herramientas que han revolucionado todos los ámbitos en donde se aplican y no es la excepción el sector eléctrico, ya que permite de forma eficaz recopilar información fotográfica y vídeo gráfica que ayuda analizar las patologías de los componentes de una Línea Eléctrica, permitiendo al especialista determinar el estado de condición de la Línea programando su mantenimiento correctivo y con las oportunidades de mejora, se llega a convertir a mantenimientos preventivos, logrando así realizar mantenimientos conforme a la condición de la LT, obteniendo como resultados la eficiencia en la inspección en comparación con los métodos convencionales de inspección; disminuyendo el riesgo de caídas del personal y las inspecciones de difícil acceso.

Palabras clave: Inspección, Mantenimiento, Correctivo, Preventivo, líneas eléctricas, Eficiencia, SVANT

INTRODUCCIÓN

Con el fin de mantener la disponibilidad y continuidad de la Red Eléctrica de Distribución y Transmisión, así como la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman las líneas es necesario realizar un mantenimiento de calidad en cada una de las actividades que se realice. Recordando que los componentes de un Sistema Eléctrico de potencia se encuentran expuestos a una serie de fenómenos naturales y propios de la operación en estado estable y dinámico que pueden originar fallas las cuales pueden provocar pérdidas de generación y cargas importantes, las cuales repercuten en pérdidas económicas para la CFE; Es por eso que las áreas de mantenimiento se enfocan en realizar las inspecciones de forma periódica, estableciendo prioridades conforme a los diferentes criterios de operación de las Líneas

Transmisión Eléctricas , para que a su vez las brigadas de inspección realicen recorridos generales abordo de aeronaves tripuladas e identificando las anomalías, lo que permite realizar inspecciones particulares en los diferentes sitios de las líneas de transmisión.

La Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad, ha desarrollado una solución integral, en los programas de mantenimiento de Líneas Eléctricas referente a la inspección de torres en donde se ha investigado y desarrollado metodologías en conjunto con tecnologías nuevas, en donde se complementa con la experiencia de personal jubilado de la CFE, así como de las áreas de especialidad de GEIC en la materia, con la finalidad de optimizar los recursos y teniendo así mejores condiciones para la empresa, con la meta de logra ahorros significativos. Estas metodologías consisten en realizar actividades preventivas en el tema de mantenimiento con la finalidad de disminuir el riesgo de salidas de servicio de las líneas eléctricas.

DESARROLLO

A. Inspección en Torres mediante Sistema de Vehículo Aéreo No Tripulado (SVANT)

La Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la DCIPI-CFE ha desarrollado metodología con personal jubilado del área de Transmisión, en donde se combina la experiencia, los especialistas de GEIC y las nuevas tecnologías, como son los Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados, con la anterior permite obtener soluciones integrales para las actividades de inspección en Líneas Eléctricas.

Para el caso de los Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados se ocupan dos tipos de sensores:

- a) Cámara Fotográfica
- b) Cámara Termográfica

Con ambos sensores se revisará cada una de las estructuras (torre, poste de acero troncocónico, poste de madera), a detalle permitiendo recopilar evidencia fotográfica y termográfica, con la finalidad de detectar lo siguiente:



Fig. 1. Inspección mediante SVANT

- a) Elementos estructurales dañados;
- b) Tornillos oxidados, tornillos faltantes;
- c) herrajes dañados, fuera de posición, seguros dañados o faltantes;



Fig. 2. Inspección y determinación Del Estado Físico de Aislamiento Sintético

- d) Cables conductores dañados;
- e) amortiguadores corridos, fuera de posición o dañados;
- f) cable con fibra óptica (OPGW) dañado;
- g) herrajes con tornillos flojos, seguros dañados o faltantes;



Fig. 3. Inspección del estado físico de aislamiento en vidrio o porcelana y herrajes

- h) amortiguados corridos, fuera de posición o dañados;
- i) cable de acero (guarda) dañados;



Fig. 4 Revisión y determinación de Del estado que guardan conductor y clemas o herraje de suspensión

- j) herrajes con tornillos flojos o dañados seguros fuera de posición o dañados;
- k) placa de numeración dañada o faltante;
- l) placa de aviso preventivo dañado o faltante;

- m) dentro del derecho de vía revisar si existen construcciones, árboles con altura de 2 metros o más;
- n) estado de la brecha (camino para trasladarse de una torre a otra);
- o) objetos, construcciones o árboles fuera del derecho de vía que al caerse pudiesen dañar la línea;

Es relevante mencionar que, conforme a la experiencia que se ha adquirido es recomendable que las áreas responsables del mantenimiento de la Línea designen un técnico del área usuaria, con la finalidad de indicar los criterios a considerar en los componentes de las torres que se tenga mayor interés.

A.1. Inspección de Campo

Con las prioridades de líneas y torres establecidas, se procede a realizar las inspecciones de la siguiente forma:

Se inicia la jornada con las inspecciones de los componentes de las torres y del conductor los empalmes, están inspecciones se deben realizar con las cámaras fotográficas, vídeo y termográfica, debiendo considerar los factores que inciden en los componentes de la Línea Eléctrica.

En cada inspección se considera lo siguiente:

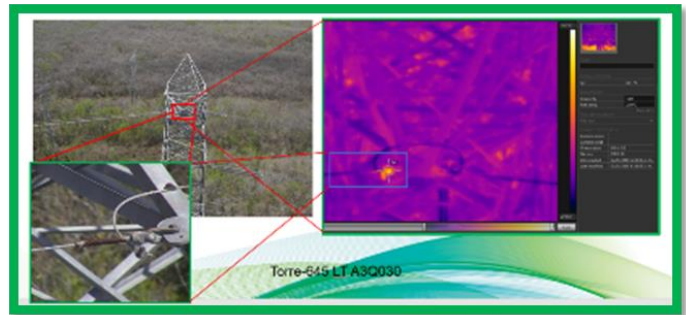
- a) Cumplir con las condiciones de aeronavegabilidad del SVANT;
- b) Toma de la fotografía aérea la cual deberá considerar una resolución mínima de 5 cm/píxel
- c) toma de vídeo en alta resolución;
- d) Verificar;
- e) Obtención de la vídeo grabación y fotografía
- f) Para la toma de vídeo y fotografía se deberá considerar lo siguiente:
- g) Altura de vuelo que permita recopilar las evidencias de fotografía y vídeo;
- h) Considerar el modo de vuelo manual con GPS;
- i) Waypoints necesarios para el vuelo autónomo (según sea el caso);
- j) Considerar los parámetros de vuelo (velocidad del SVANT, velocidad del viento, temperatura);
- k) El grado de precisión de la toma de la imagen deberá ser a una distancia que permita observar con mayor detalle sin que las tomas presenten distorsión;
- l) La obtención de video deberá ser con una cámara de alta definición con las siguientes especificaciones:
 - ✓ Resolución de video: 1080p ó 4K
 - ✓ Campo de visión: ultra gran angular, medio, estrecho
 - ✓ Resolución de pantalla: 1920 x 1080

- m) Se Deberá Cumplir Con La Normatividad Que Dicta La Dirección General Aeronáutica Civil En Materia De Vehículos Aéreos No Tripulados.
- n) Así Mismo Deberá Cumplir Con Lo Establecido En Materia De Gestión Ambiental Y Calidad Establecido En La CFE.
- o) Para efectos de control de las horas vuelo del SVANT, se registrarán en la bitácora del servicio, anotando la maniobra o evento, y las horas vuelo del SVANT (incluyendo la logística).

A.2. Proceso en Gabinete

Con la información recopilada en campo, se procederá a clasificar los datos de las cámaras fotográfica y la termográfica, en lo siguiente:

- a) Clasificación de Fotografías y vídeo RGB
- b) Se realizará la clasificación de los vídeos crudos ordenando por el número de línea y torre.
- c) Clasificación de Fotografía y vídeo termográfica
- d) Se realizará la clasificación de los vídeos crudos ordenando por el número de línea y torre.



A.2.1. Análisis comparativo de fotografía y termográfica de puntos calientes

Se realizará el análisis comparativo en las torres que presenten puntos calientes y es en donde se va a extraer las tomas que permitan visualizar de forma fotográfica los puntos calientes identificados con la cámara termográfica.

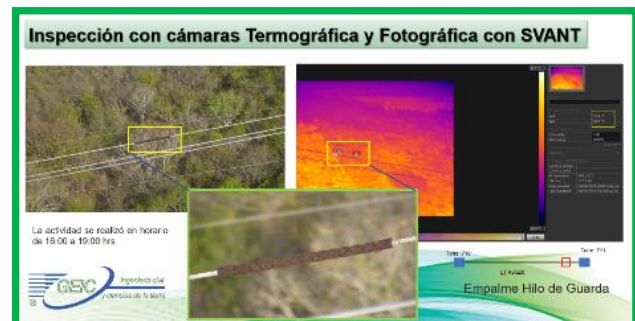


Fig. 8 Comparativo de Fotografía RGB y Fotografía Termográfica

A.3. Evaluación y diagnóstico de la Información Recopilada de la inspección mediante SVANT

A.3.1. Análisis de fotografía digital y termográfica

La evaluación y diagnóstico se realizará con la información de los vídeos, imágenes RGB y termográfica recopilada de la inspección obtenida mediante el SVANT, con esta información se analizará los componentes de línea, revisando puntos calientes, grado de corrosión de cada una de las estructuras (torre, poste de acero troncocónico, poste de madera) a detalle con la finalidad de detectar elementos estructurales dañados, tornillos flojos u oxidados, tornillos faltantes, herrajes dañados con tornillos flojos, fuera de posición, seguros dañados o faltantes, cables conductores dañados, amortiguadores corridos, fuera de posición o dañados, cable con fibra óptica (OPGW) dañado, herrajes con tornillos flojos, seguros dañados o faltantes, amortiguados corridos, fuera de posición o dañados, cable de acero (guarda) dañados, herrajes con tornillos flojos o dañados seguros fuera de posición o dañados, placa de numeración dañada o faltante, placa de aviso preventivo dañado o faltante, revisar cada una de las patas de la torre para detectar daños por corrosión en la interfase, revisar si está conectado el sistema de tierra o la protección catódica.

Dentro del derecho de vía revisar si existen construcciones, árboles con altura de 2 metros o más, estado de la brecha (camino para trasladarse de una torre a otra), objetos, construcciones o árboles fuera del derecho de vía que al caerse pudiesen dañar la línea. Cabe resaltar que el trabajo se realiza en conjunto con personal de mantenimiento de líneas durante la obtención y análisis de imágenes garantizando completa satisfacción del cliente.

CONCLUSIONES:

La aplicación de las nuevas tecnologías en el mantenimiento preventivo de las redes eléctricas nos permite tomar decisiones en tiempo real y de forma oportuna para evitar daños físicos en la misma infraestructura eléctrica de Transmisión o en su caso de distribución, que pueden provocar en milisegundos apertura de enlaces no deseados, de igual forma contar con la información de posibles daños que pueden escapar de la visión del ojo humano o del buen criterio del personal.

Contar con acervo de información digital histórico de las inspecciones realizadas mediante SVANT, se tendrán mayores elementos análisis para lo toma de decisiones en acciones preventivas y correctivas según sea el caso, para mantener óptimas condiciones la operación red de líneas eléctricas.

Así mismo el combinar las nuevas tecnologías, conocimiento de operación de las LT y con la experiencia se logra optimizar los recursos (vehículos, combustibles, viaje y viáticos, tiempo extra, etc.); otros de los beneficios es la disminución considerable de los riesgos físicos del personal de trabajos de altura.

REFERENCES

Dirección de Transmisión Comisión Federal de Electricidad, Formato Mayor y Mantenimiento para Líneas de Transmisión.

Torres para Líneas de Transmisión y Subtransmisión, CFE J1000-50, LAPEM Comisión Federal de Electricidad,

Manual para el diseño electromecánico de líneas de Transmisión Aéreas DCIPI-CFE

Ruíz García (2019), jubilado CFE Curso: Guías Prácticas de Mantenimiento a Líneas de Transmisión.

Términos de Referencia Inspección a LT mediante Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados (2019), Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, DCIPI-CFE.

Méndez Palacios, CFE-DCIPI-GEIC (2016), Curso: Introducción a Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados Aplicados a la Ingeniería.

Méndez Palacios, CFE-DCIPI-GEIC (2019), Presentación de servicio: Solución Integral Mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (SVANT) En Líneas Eléctricas.

Méndez Palacios, (2016), Ponencia Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados Aplicados a la Ingeniería.