

# RETO 1

## Grupo Energía Bogotá y Redeia buscan “Soluciones para la Reparación y Contención de SF6 en Instalaciones Eléctricas”

Una Iniciativa para Promover la Innovación y la Sostenibilidad

### Introducción

Grupo Energía de Bogotá es una empresa líder en el sector energético de América Latina, con operaciones en generación, transmisión y distribución de electricidad y gas. Su compromiso con la sostenibilidad y la innovación ha sido fundamental para el desarrollo de proyectos que promueven la eficiencia energética y la reducción de emisiones. Gestiona activos por un valor superior a los 20 mil millones de dólares y tiene presencia en más de 6 países.

Redeia, por su parte, es una compañía española con presencia en LATAM dedicada a la gestión y operación de infraestructuras esenciales, principalmente redes eléctricas. Con una fuerte orientación hacia la sostenibilidad, Redeia trabaja en la integración de energías renovables y en la mejora de la seguridad y eficiencia del suministro eléctrico. Gestiona más de 44,000 kilómetros de circuitos de transmisión eléctrica en España y coordina la operación del sistema eléctrico de dicho país. Adicionalmente gestiona activos eléctricos también en Chile, Perú y Brasil.

El hexafluoruro de azufre (SF6) es un gas ampliamente utilizado en la industria eléctrica debido a sus excelentes propiedades aislantes y de extinción de arco. Sin embargo, el SF6 es también un potente gas de efecto invernadero, con un potencial de calentamiento global (GWP) 23,500 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO2) en un horizonte de 100 años. Esta característica lo convierte en una preocupación significativa en términos de cambio climático, especialmente considerando los crecientes esfuerzos globales por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el impacto ambiental.

En este contexto, la correcta gestión del SF6 en instalaciones eléctricas, especialmente en subestaciones eléctricas aisladas mediante este gas (instalaciones GIS por sus siglas en inglés) dado el alto volumen de este gas que contienen, se ha vuelto una prioridad para las empresas del sector y los organismos reguladores. Con el fin de fomentar la innovación y la implementación de soluciones efectivas y sostenibles, se ha decidido organizar un concurso que busca identificar y premiar las mejores propuestas en este ámbito.

# Características de las instalaciones eléctricas con SF6

Las instalaciones eléctricas que utilizan SF6 se distinguen por su alta eficiencia y fiabilidad operativa. Este gas, gracias a sus excelentes propiedades dieléctricas y capacidad de extinción de arco, permite la construcción de equipos compactos y ligeros, lo que resulta en ahorros significativos de espacio y recursos.

El diseño de estas instalaciones incluye sistemas de contención avanzados para evitar la liberación de SF6 al medio ambiente. Normalmente, estos sistemas consisten en contenedores y envolventes de los elementos en tensión herméticamente sellados, equipados con válvulas de seguridad y sistemas de medida que permiten detectar cualquier posible fuga. Además, los materiales utilizados en la construcción de estos equipos son seleccionados cuidadosamente para resistir la corrosión y el desgaste, garantizando una vida útil prolongada y un mantenimiento mínimo. No obstante, debido a posibles deterioros, desgastes o defectos en los elementos de contención y que el SF6 se mantiene a presiones elevadas dentro de esas envolventes y juntas (que puede oscilar entre 4 y 10 bares, dependiendo del diseño específico del equipo y del nivel de tensión) dicho gas puede fugarse a la atmósfera.

## Objetivos del Reto

Es fundamental que las instalaciones con SF6 cuenten con protocolos de mantenimiento rigurosos y soluciones tecnológicas para la detección temprana de fugas así como sistemas de contención que minimicen el volumen de gas fugado a la atmósfera hasta que se pueda dejar la instalación fuera de servicio para una reparación profunda del defecto que está causando la fuga. Anidado a estas soluciones un sistema robusto y sistematizado que monitoree en tiempo real el gas contenido, las posibles fallas del sistema y en los casos de fugas la cantidad perdida.

A través del presente reto, tanto GEB como Redeia pretenden recabar información y propuestas sobre nuevas soluciones (p.ej: metodologías, materiales, métodos de fabricación, sensores...) de detección y contención de fugas fiables, efectivas, versátiles, de rápido despliegue y económicamente eficientes.

## 1 Métodos de Contención de Fugas

### Definición

Una vez detectada una fuga en una instalación que contiene SF<sub>6</sub>, por necesidades operativas puede pasar un tiempo significativo (semanas o meses) hasta poder dejar la instalación fuera de servicio el tiempo suficiente para llevar a cabo una reparación permanente o un reemplazo de los elementos que están provocando la fuga.

Por ese motivo, se buscan soluciones para disponer de métodos y sistemas de contención de fugas fácilmente adaptables a la diversidad de porosidades y uniones con fugas probables, así como que sean de rápida fabricación o rápido suministro e instalación, para poder contener la fuga en días o pocas semanas desde la petición de reparación.

### Requerimientos

Se buscan soluciones y métodos que permitan disponer de un sistema estanco de fugas de SF<sub>6</sub>. Deben ser sistemas fácilmente adaptables válidos para múltiples tipologías de fuga y con un sistema de sellado que permita absorber las dilataciones y contracciones del material en instalaciones GIS, así como las vibraciones de esta durante las maniobras, funcionamiento, etc. Estos sistemas de contención se instalarán sobre de los puntos exactos de fuga bien de las porosidades del material o en las bridas de unión entre compartimentos, o bien de las superficies de unión de estanqueidad entre componentes GIS, creando una cavidad estanca o un sellado que confinará y contendrá la fuga en su interior, evitando la emisión de SF<sub>6</sub> al medio ambiente.

La instalación de dichos sistemas se tendrá que poder llevar a cabo sin realizar el desmontaje de compartimentos GIS y sin realizar ensayos AT posteriores, incluso en aquellos casos que sea posible se instalarán sin vaciar el SF<sub>6</sub> del interior de la GIS y por lo tanto sin necesidad de descargo en la posición intervenida.

Se valorará el poder contener la fuga lo antes posible y siempre en un tiempo no superior a 3 semanas desde la petición de reparación, por lo tanto, es necesario disponer de métodos y sistemas de contención de fugas, que sean fácilmente adaptables a la diversidad de fugas probables, así como que sean de rápida fabricación o rápido suministro e instalación, para poder contener la fuga en un tiempo que sea lo más corto posible.

**En resumen, los sistemas de contención deben cumplir con los siguientes requisitos:**

#### **Adaptabilidad y versatilidad:**

Deben ser capaces de ajustarse a la geometría de diferentes tipos de porosidades y uniones con fugas.

#### **Efectividad:**

Deben ser capaces de contener las fugas para minimizar el impacto ambiental y operacional.

#### **Rapidez:**

Deben permitir una instalación rápida, idealmente en días o pocas semanas.

#### **Economía:**

Deben ser económicamente viables tanto en fabricación como en suministro.

#### **Industrializables:**

En caso de ser métodos sin una madurez comercial, se valorarán las posibilidades y viabilidad de su industrialización, así como las opciones para disponer de un servicio fiable para su implementación.

# 2 Métodos de Detección de Fugas

## Definición

Las subestaciones eléctricas GIS cuentan con numerosos compartimentos en los que está confinado el SF6 (del orden de decenas en una sola instalación); cada uno de estos compartimentos cuenta con un sistema de medida y monitorización del contenido de SF6 en cada compartimento (densímetro).

Si bien existen los denominados densímetros híbridos, con salida digital y que permiten una monitorización remota continua, actualmente, la mayor parte de los densímetros de los que se dispone son analógicos y sin posibilidad de gestión remota por lo que las posibles anomalías o fugas en la instalación se detectan mediante la inspección in situ de personal y a lectura de dichos densímetros, con la limitación añadida de que dichas lecturas son puntuales y no siempre son capaces de capturar tendencias y evoluciones de dichas medidas que permitieran anticiparse a futuros problemas.

El reemplazo de los densímetros analógicos tradicionales por los híbridos se prevé lenta debido al coste de estos últimos, en el rango de los 1.000 Eur incluyendo conectividad del mismo (recordemos que en una subestación hay decenas de estos sensores).

Mediante el presente reto se buscan soluciones que permitan detectar fugas de SF6 por métodos alternativos a los descritos, que sean efectivas y económicamente eficientes y que permitan detectar fugas de forma temprana, informando del volumen fugado y facilitando la identificación de la zona donde está localizado el elemento que provoca la fuga.

## Requerimientos

En el pasado se han probado métodos de detección de partículas SF6 en el aire (muchas de estas subestaciones se encuentran dentro de edificios y no es algo trivial debido a:

Las concentraciones de dicho gas son ínfimas y es complejo garantizar su paso por los elementos de detección.

Una tasa de fuga podría considerarse anormalmente cuando la masa de SF6 supere el 0.5% anual del volumen total de SF6 que tiene la subestación.