



**SICUT  
IGNIS**



**INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA  
DE PLANTAS FOTOVOLTAICAS**



## CONTENIDO

1	Glosario .....	2
2	Alcance.....	2
3	Propuesta Técnica .....	4
3.1	Consideraciones Generales .....	4
3.2	Detalle de los resultados a entregar .....	4
3.3	Metodología a utilizar .....	5
3.3.1	Planificación de la campaña .....	5
3.3.2	Desarrollo de la Campaña de Relevamiento en Terreno .....	6
3.3.3	Procesamiento de los datos.....	6
3.3.4	Tratamiento de la informacion .....	7
3.4	Equipamiento a Utilizar.....	7
4	Otros Antecedentes .....	8

## 1 GLOSARIO

- EPP : Elementos de Protección Personal
- ET : Especificaciones Técnicas
- IR : Infra Red (Infrarrojo)
- ROI : Return on Investment (Retorno de la Inversión)
- RPAS : Remotely Piloted Aircraft System
- RTK : Real Time Kinematic (Navegación Cinética Satelital)
- PV : Photovoltaic (Fotovoltaico)
- IA : Inteligencia Artificial

## 2 ALCANCE

La inspección termográfica de los sistemas fotovoltaicos permite la rápida localización de defectos potenciales a nivel de celdas y paneles, así como la detección de posibles problemas de conexión eléctrica.

Durante la producción de celdas solares, se pueden producir microfisuras que posteriormente originarán un defecto mayor en la celda, alterando el flujo natural de los electrones y produciendo pérdidas internas dentro de las celdas y – consecuentemente - reduciendo la energía que un panel es capaz de producir.



Las cámaras termográficas permiten realizar el estudio detallado a nivel de cada celda individualmente y de cada panel en conjunto, permitiendo descubrir qué celdas presentan estos pequeños defectos.

Las cámaras termográficas son potentes herramientas no invasivas para la supervisión y el diagnóstico de paneles solares. En el mantenimiento de Plantas Fotovoltaicas, es de vital importancia para garantizar su eficiencia, realizar inspecciones periódicas que permitan la detección temprana de fallas. Una cámara termográfica permite identificar problemas anticipadamente, de forma que se puedan documentar y corregir los defectos antes de que se agraven y resulte más costosa su reparación.



En particular la Norma IEC TS 62446-3 estandariza los procedimientos de inspección termográfica de Plantas Fotovoltaicas a partir de la termografía infrarroja en espacios abiertos.

La propuesta de **Sicut Ignis Ltda.** sigue los estándares de la norma IEC para proporcionar una evaluación cualitativa y cuantitativa de las Plantas Solares Fotovoltaicas.

En términos generales, el alcance de la propuesta de Sicut Ignis es el siguiente:

1. Análisis, Relevamiento Previo y Preparación de la Campaña
2. Campaña de mediciones en terreno
3. Procesamiento de datos en plataformas especializadas y análisis local por especialistas
4. Elaboración de informes
5. Entrega de informes en reunión con el Cliente

### 3 PROPUESTA TÉCNICA

En esta sección se describirán las Etapas en las que se propone realizar el Trabajo, la Metodología a emplear y el Equipamiento Técnico a utilizar.

4

#### 3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La Norma Específica IEC 62446-3 que estandariza los procedimientos de inspección de Plantas Fotovoltaicas a partir de la termografía infrarroja en espacios abiertos, recomienda la realización de inspecciones periódicas con la finalidad de maximizar la producción eléctrica.

La industria ha adoptado una frecuencia anual de inspecciones termográficas, aunque dada la reducción de costos de este tipo de inspecciones, debido al uso de RPAS equipados con cámaras IR que reducen el tiempo de inspección, muchos generadores están adoptando el estándar de inspecciones semestrales de forma de mejorar sus mantenimientos operativos y aumentar su ROI.

#### 3.2 DETALLE DE LOS RESULTADOS A ENTREGAR

Como parte del Informe Final, se realiza la producción de los siguientes entregables:

- **Reporte de la Inspección:** Detalle de todas las ocurrencias de fallas y sugerencias acerca de las causas que las produjeron, basadas en el análisis detallado de las áreas inspeccionadas.
- **Listado de paneles con defectos detectados (Formato Excel):** Esta lista incluye todas las ocurrencias de fallas con las correspondientes imágenes de los paneles con inconvenientes. Este archivo es accesible vía internet.



- **Mapa Georreferenciado de Problemas (Formato KML/KMZ):** Este archivo provee una vista aérea de toda el área de cada una de las Plantas con la indicación de las fallas etiquetadas para ser utilizado con Google Earth Pro™.
- **Comparación IR/RGB de problemas detectados:** Se entregan las imágenes de los “hot-spot” de las fallas con la comparación IR/RGB.

Las fallas detectadas y marcadas durante la inspección serán al menos las siguientes, que normalmente constituyen alrededor del 78% de las fallas habituales en instalaciones solares:

- Roturas en la cubierta de vidrio
- Problemas en el string interno
- Sombras
- Falla de diodos
- Puntos Calientes (Hotspots)
- Falla general

### 3.3 METODOLOGÍA A UTILIZAR

#### 3.3.1 PLANIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA

La Metodología para abordar los trabajos será la de Inspección Aérea con cámaras RGB y Termográfica (IR).

Durante la Planificación de la Campaña se evaluará la Segmentación del Área, de forma de crear una sectorización de paneles que permitan el adecuado manejo de la Información, en concordancia con las segmentaciones operativas de la Planta (Arrays e Inversores).



A partir de esa información se planificará un conjunto de vuelos con Vehículos Aéreos No Tripulados (RPAS o “drones”).

---

### 3.3.2 DESARROLLO DE LA CAMPAÑA DE RELEVAMIENTO EN TERRENO

La ejecución de los vuelos dependerá de varios factores, entre los que pueden mencionarse como relevantes los siguientes:

- a. Factores meteorológicos: precipitaciones, vientos, temperatura
- b. Condiciones de luz natural
- c. Irradiación solar  $>600\text{W/m}^2$  (de acuerdo con la Norma IEC 62446-3, punto 5.3)
- d. Viento menor a 28 km/h (de acuerdo con la Norma IEC 62446-3 Anexo E)
- e. Nubosidad menor a 2 octas de cumulus (de acuerdo con la Norma IEC 62446-3 punto 5.3)
- f. Índice de Disrupción Geomagnética ( $K_p$ )
- g. Eventual tráfico aéreo, en función de localizarse dentro de corredores de aeronavegabilidad comercial o proximidad de aeródromos.

Atendiendo al conocimiento de la zona, la distribución geográfica de las plantas y los requerimientos específicos para este tipo de inspecciones, se estima crear grupos de mediciones, para ser completados en el menor lapso posible en terreno.

Habitualmente es posible considerar la eventualidad que este tiempo aumente, debido a falta de condiciones climáticas favorables, especialmente en las plantas ubicadas más al sur.

---

### 3.3.3 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Una vez obtenidos y registrados los datos provenientes de las imágenes aéreas, se procederá a una clasificación de éstos de forma de asignarlos adecuadamente a cada uno de los Paneles de Superficies.



Para cada uno de los Paneles de Superficies se desarrollará un análisis parcial que permitirá obtener la información detallada en concordancia con un segmento eléctrico de la Planta (por ejemplo, el vinculado a un Inversor o grupo de Inversores).

El procesamiento se realizará con un software especializado y ajustando los parámetros de entrada de datos y salida de información, de forma de obtener los Resultados Primarios que se requiere.

7

---

#### 3.3.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

Una vez obtenidos los Resultados Primarios, se procederá a trabajar sobre la información obtenida, de forma de analizarla y detectar todas las fallas, con su correspondiente georreferenciación y documentación visual y termográfica.

**Sicut Ignis Ltda.** utiliza herramientas de Inteligencia Artificial para analizar los datos e información recopilada.

**Sicut Ignis Ltda.** ha integrado a su flujo de trabajo el procesamiento de información en una plataforma especializada en activos fotovoltaicos con más de 100 GWp inspeccionados en todo el mundo.

Lo anterior es complementado con la opinión experta de los especialistas de Sicut Ignis Ltda. y Soluciones GeoEspaciales.

El Informe Final se entregará a los 20 días de concluida la Campaña en Terreno. El Informe y los otros entregables ya indicados estarán disponibles para el Cliente, en línea durante 12 meses.

#### 3.4 EQUIPAMIENTO A UTILIZAR

Para la Inspección propuesta se utilizará un VANT DJI Matrice 300 RTK equipado con una Cámara Zenmuse H20T.





En caso de ser necesario y para efectos de potenciar la geolocalización de imágenes, se puede utilizar un sistema de posicionamiento RTK, con una base fija en terreno y el RPAS operando como “rover”.

#### 4 OTROS ANTECEDENTES

Consultora Sicut Ignis Ltda. cuenta con una amplia y reconocida experiencia en la industria de PMGD, con el desarrollo de servicios de ingeniería y consultoría, de los cuales se enumera algunos de ellos:

- Relevamiento Termográfico Aéreo de la Planta Fotovoltaica Covadonga (Chañaral, Chile) – REVERGY - año 2022
- Desarrollo de 3 proyectos fotovoltaicos hasta la condición Ready to Build, en sociedad con Verano Capital – años 2014 a 2021.
- Asesorías en la gestión de conexión de PMGD para diversas empresas, entre otras:
  - IM2 Energía Solar
  - Verano Capital
  - Empresas AASA
  - Energía León
  - Labbé Abogados
  - Inmobiliaria Los Coihues
  - D'E Capital
  - Bavaria
  - Energía MC2
  - Kaltemp

En el año 2020, **Consultora Sicut Ignis Ltda.** ha suscrito un acuerdo técnico-comercial con la empresa **Soluciones GeoEspaciales** de Argentina, que cuenta con vasta experiencia en este tipo de servicios.

Soluciones GeoEspaciales brinda servicios de Inspecciones Técnicas basadas en Vehículos Aéreos No Tripulados y Servicios de Geotecnología, siendo algunos de sus trabajos y membresías los siguientes:

- Inspección de Líneas de Ferreas – **Ferrocarril General Belgrano** – año 2022
- Trazado 3D de Infraestructura presente - **Compañía Minera Aguilar S.A.** – año 2021



- Relevamiento Topográfico para el Proyecto Cierre de Mina de **Compañía Minera Aguilar S.A.** – año 2020
- Relevamiento de la Cantera de **Pucará S.A.** (Jujuy) – año 2015, 2019 y 2020
- Determinación de los volúmenes de Pilas de Estériles de **Pucará S.A.** (Jujuy) – año 2015 y 2019.
- Imagen Ortorectificada de la Planta de Procesamiento de **Los Tilianes S.A.** (Jujuy) – año 2016 y 2019.
- Restitución Catastral del Pueblo de Volcán (**Dirección Provincial de Inmuebles – Provincia de Jujuy**) – año 2018 y 2019
- Relevamientos de Sitios Arqueológicos en las Provincias de Salta y Jujuy (**Banco Interamericano de Desarrollo – Gobierno de la Provincia de Salta**) – año 2015, 2017 y 2019
- Monitoreo de Cultivos (Provincias de Salta y Jujuy) – Determinación de Índice NDVI con cámaras multiespectrales – Desde el año 2015
- Relevamiento del Casco Histórico de Purmamarca (**Fondo Nacional de las Artes – Beca Bicentenario**) – año 2016
- Se han dictado Cursos y Conferencias sobre Fotogrametría (Fundación Ortega y Gasset Argentina, Centro Cultural Borges, Buenos Aires)
- Miembro de la **International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)**. Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección
- Miembro de **CIPA - Heritage Documentation (ICOMOS - ISPRS)**
- Asociados a **IDERA** (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina)
- Miembro fundador de la Cámara Argentina de Drones

Los Pilotos, las Aeronaves y los procedimientos operativos de **Sicut Ignis Ltda.** operan bajo certificación y registro en la Dirección General de Aeronáutica Civil - DGAC

## INFORMACIÓN DE CONTACTO

Ing. Marcos Rojas Contreras: +56 9 91626850 – [mrojasc@sicutignis.cl](mailto:mrojasc@sicutignis.cl)

Ing. Raúl Rivera Banderas: +56 9 96439455 – [rriverab@sicutignis.cl](mailto:rriverab@sicutignis.cl)