

JUSTIFICACIÓN

El alto impacto que ha generado el cambio climático ha sido una de las temáticas de mayor discusión en el mundo, es por ello que, la implementación de energías renovables son el nuevo escenario por el que se apuesta a brindar un marco de sostenibilidad con recursos inagotables y de bajo impacto ambiental como lo son los paneles solares, los cuales actualmente lideran como energías limpias en las diferentes regiones del mundo. En el caso de Colombia, es posible evidenciar los obstáculos y falta de planeación para la construcción y monitoreo de las plantas fotovoltaicas existentes y de viabilidad, por consiguiente, la presente investigación se enfocará en observar las estructuras físicas – naturales con las que cuenta el territorio para la intervención de este tipo de energías renovables, y a su vez, obtener la mayor eficiencia energética a través de la inspección y control que brindan los drones con cámaras termográficas.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la implementación de las plantas fotovoltaicas o paneles solares han tenido un crecimiento significativo en los diferentes territorios del mundo liderando como principal foco de inversión para la generación de energía, así mismo, ha alcanzado un crecimiento hasta del 62 % en los últimos 2 años, dando como primer motivo de construcción la reducción de dióxido de carbono representada en 60 millones de toneladas (Manauere, 2020), de la misma manera, ha contribuido en el marco de sostenibilidad con la generación de empleos verdes y reducción de costos en la distribución de corriente eléctrica, no obstante, este tipo de energías renovables ha mostrado diferentes obstáculos para alcanzar su máxima eficiencia, ya que las distintas fallas presentadas pueden disminuir la producción en un 18 a 20 % (Barberá Santos) es por ello que, la presente investigación se enfocará en observar cómo es el comportamiento de este tipo de escenarios, las diferentes afectaciones que se presentan con las plantas solares y posteriormente analizar las distintas soluciones que se pueden llegar a tener bajo una estructura de control y monitoreo a través del uso de drones con cámaras termográficas.

En el mismo orden de ideas, se propondrá analizar de manera estratégica la situación actual del territorio colombiano bajo un marco de proyección y conocimiento de la estructura física y natural con la que cuenta el país, a través de la metodología de investigación de carácter mixta, con el fin de recocer los actuales alcances en materia de energía solar y observar la viabilidad de implementar una planta fotovoltaica en la región que se acompañe del sistema de monitoreo e inspección que ofrece alguno de los modelos actuales de drones con cámaras termográfica que se usan en el mundo señalando los beneficios y afectaciones que podrían generarse para el país.

Problemáticas que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos o solares.

Las afectaciones en este tipo de escenarios pueden contemplarse de manera propia o externa a los paneles y presentarse de acuerdo a su naturaleza, entorno en el que se encuentra o fallas en las conexiones de operación (Cepeda & Sierra, 2017):

1. Efectos propios:

Temperatura: las diferentes variaciones climáticas y las altas temperaturas solares que reciben los módulos provocan una reducción sustancial en la eficiencia de la generación de energía y a su vez tiende a desarrollar un deterioro en el panel, pues aunque absorbe el 80 % de la irradiación para la producción de electricidad, el porcentaje restante se convierte en calor, el cual genera una afectación directa en cada uno de los materiales que compone la planta fotovoltaica.

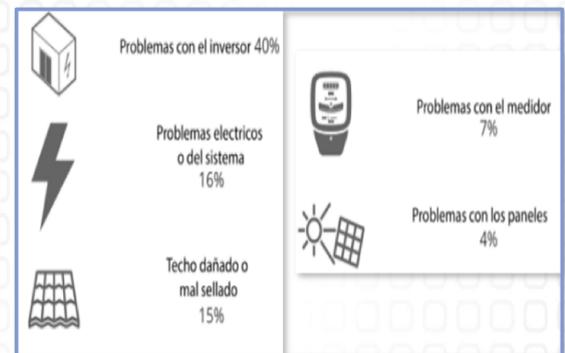
Reflexión y suciedad en la superficie: por la cantidad de radiación recibida la superficie genera pérdidas de reflexión óptica en los vidrios o polímeros, afectando el espectro entre un 8 y 9 %, con ello, la estructura de los portadores se ve afectada, ya que los fotones no alcanzan a integrar la máxima carga para estos.

2. Efectos externos:

Variaciones del ambiente: como se mencionó, las condiciones climáticas inciden sustancialmente en el buen funcionamiento de las plantas solares. Cuando se evidencian este tipo de sucesos en las variaciones ambientales de manera agresiva y repentina, así mismo el sistema de energía sufre cambios en su punto de potencia generando así una curva corriente de tensión en los generadores de electricidad.

Ángulo de inclinación en los paneles fotovoltaicos: al momento de construir el sistema fotovoltaico, los paneles deben posicionarse de manera perpendicular en dirección al sol en un intervalo de tiempo, en donde a través de este ángulo se es posible capturar la máxima radiación, sin embargo, las variaciones en la latitud, las radiaciones y el periodo de tiempo se obstruyen en cualquier momento, y por ende, dificulta el funcionamiento de los generados de energía.

Sombreado en la superficie del panel solar: esta afectación se reconoce por la obstrucción de luz solar hacia los paneles por diferentes agentes externos o elementos cercanos al panel (árboles, planta de recolección) que impiden la recolección de radiación pertinente en los módulos, y como consecuencia se evidencia una reducción significativa en la captura de energía y la potencia de salida de electrones hacia los inversores para la generación de CC.



SOLUCIÓN

La implementación de los drones con una adaptación de cámaras térmicas contribuiría de manera significativa a la detección de fallas dentro de las plantas fotovoltaicas de manera prematura y dinámica, así mismo, reduciría la inspección en los entornos solares en un 70 % y podría cubrir hasta 250 hectáreas en un día (DJI, 2020).

Al implementar este tipo de sistemas de monitoreo incrementaría de manera sustancial la eficiencia de la inspección en las plantas solares, ya que los drones tendrían la capacidad de sobrevolar junto con una cámara térmica el espacio de los paneles solares, y registrar mediante capturas de imágenes el comportamiento que presenta en su momento, de la misma manera, permitiría que este tipo de energías continúe con su desarrollo y proyección con más seguridad en los diferentes territorios que desean implementarlo. Dentro de las actividades que realizaría este artefacto se destacan las siguientes funciones:

Análisis del parque solar: conocer el área del parque solar, número de paneles instalados y la capacidad de generación.

Plan de vuelo: son creados con base en la información recolectada en la fase de análisis y la capacidad de inspección de los equipos (drones y pilotos disponibles), tomando en consideración el GSD requerido (Ground Sample Distance) y el tiempo de batería por vuelo, así mismo, se definen las áreas y alturas de vuelo.

Recolección de datos: dependiendo del plan de trabajo y las dimensiones del parque solar, algunos equipos pueden ejecutar hasta 25 vuelos por día recolectado aproximadamente 6,500 imágenes.

Organización y procesamiento de datos: la información recolectada es almacenada y organizada para su procesamiento

Otro de los altos beneficios que brindan este tipo de controles son los que otorgan las cámaras térmicas, ya que por sus imágenes y RGB permiten observar las células fotovoltaicas que sufren algún tipo de lesión, las cuales son detectadas por esta cámara mediante la identificación de puntos calientes



PROTOTIPOS VIABLES

Tabla 1. Modelos actuales de drones con cámaras termográficas.

Modelo de dron	Cámara termográfica	Altura de inspección	Ángulo de inspección	Formato de fotografía	Fuente:
Helipro GmbH	FLIR T640bx	150 m	Estándar – 25° Gran angular – 45°	JPEG MPEG4	(Jung & Liebelt, 2019)
DJI Matrice 210 V2	Zenmuse XT2	150 m	Estándar – 45° Gran angular – 130°	JPEG, TIFF, R- JPEG	(Dji, 2021)
FLIR ZMXT	DJI Zenmuse XT Thermal	120m	Estándar – 25° Gran angular – 130°	JPEG, TIFF	(Álava Ingenieros, 2014)
DJI Inspire 1 - T600	DJI Zenmuse XT	120m	FOV – 94°	JPEG, TIFF	(Álava Ingenieros, 2014)

ELECCIÓN

Con el estudio de los cuatro prototipos de drones (tabla 1), a los cuales se les ha adaptado el sistema de cámara termográfica, y teniendo en cuenta los diferentes elementos que conformarían la instalación del panel solar en el territorio de llanura, los modelos de Helipro GmbH y DJI Matrice 210 V2 son los más aptos para llevar a cabo el proceso de monitoreo e inspección que requieren los campos solares, ya que son los que alcanzan la mayor altura de percepción espacial (150 m), y muestran diferentes imágenes y videos en los diversos formatos digitales. Por otra parte, la planeación del sistema de monitoreo juega un papel fundamental a la hora de realizar las inspecciones de funcionamiento continuo y eficaz que proporciona la generación de energías.

MODELAMIENTO ECONÓMICO

Escogiendo el modelo de dron DJI Matrice 210 V2 el costo total de los elementos (Dron, cámaras, baterías adicionales, software de vuelo, MicroSD) y con valor de envío y nacionalización es de \$25.720 dólares.

TABLA COSTOS			
CONCEPTO	ÍTEM	COSTO	UNIDAD
CERTIFICADO ACADÉMICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO	Certificado de Vuelo de drones	\$ 1.800.000	Curso completo
	Certificado de fotografía con drones	\$ 1.400.000	Curso completo
	Certificado de Fotogrametría Registro en la Aeronáutica Civil	\$ 1.200.000	Curso completo
COSTOS DE FUNCIONAMIENTO	Servicio técnico	\$ 1.130.000	Revisión por 3 meses
	Ing. de sistemas	\$ 4.500.000	Mes
COSTOS DE PERSONAL	Ing. Eléctrico o en Energías	\$ 4.500.000	Mes
	Piloto de dron	\$ 500.000	Jornada

TABLA COSTOS			
VIÁTICOS	Transporte Aéreo y/o terrestre	\$ 1.500.000	Inspección
	Gastos de Hospedaje y alimentación	\$ 225.000	Día de inspección por personal en sitio
	Permiso de vuelos	N/A	
GASTOS VARIOS	Costos de papelería	\$ 500.000	Mes
	Licencia para software de planeación de ruta	\$ 11.241.000	anuales
	Licencia office	\$ 900.000	anuales
	Impuestos		

TABLA COBROS			
CONCEPTO	ÍTEM	COBRO	UNIDAD
VISITA DE INSPECCIÓN	Cobro de inspección a campo solar	\$ 200.000	\$/MWh

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el análisis referente a las condiciones climáticas y de espacios físicos, la región Orinoquía cuenta con lugares óptimos para la construcción de paneles solares, ya que al ser entornos con poca vegetación y de planicie, el modelo fotovoltaico se adaptaría de la mejor manera para su función de captación de células solares y reserva de energía por la alta radiación solar con la que cuenta este territorio. De la misma manera, es posible realizar una planeación de monitoreo eficaz y con altas probabilidades de alcance por el tipo de terreno en el que es integrado.
- Este último factor de inspección, complementaría de manera significativa la gestión de alto rendimiento que se espera obtener con la puesta en marcha del proyecto energético, ya que con la implementación de drones con cámaras fotográficas, las inspecciones, procesamiento de datos y resultados darían paso a generar cualquier tipo de iniciativa que mantenga el control total de la producción de energía, y a su vez esta se mantenga en un 100 %.
- Por último, se comprueba de manera teórica y cualitativa la propuesta de viabilidad que pretendía investigar cuáles eran los factores que comprendían los paneles solares para observar su comportamiento y afectaciones e integrar una solución de control para el buen funcionamiento de los paneles solares con una aplicación del modelo en Colombia. Con ello se comprueba la hipótesis y se resuelven los diferentes objetivos propuestos.

RECOMENDACIONES

- Para una póstuma investigación se recomienda realizar un mapeo respecto a la estrategia usada en la actualidad para la inspección de paneles solares, y realizar estudios para determinar numéricamente tiempos, riesgos y problemas en el proceso, lo cual aportaría aún más a la hora de dictaminar el progreso que suponen los drones.
- Se recomienda a los investigadores ahondar en el tipo de tecnología y aparatos utilizados, debido a que como se concluye esta tecnología se encuentra en constante cambio y los elementos planteados pueden estar desactualizados en el momento que se realice esta investigación.

REFERENCIAS

Aerial Insights. (Enero de 2019). Obtenido de <https://www.aerial-insights.co/blog/cameras-termograficas-para-drones/>

Álava Ingenieros. (2014). Grupo Alava. Obtenido de <http://www.grupoalava.com/repositorio/6cc5/pdf/11067/2/descubre-el-poder-de-la-vision-zenmuse-xt-para-inspeccion-aerea.pdf>

Álava Ingenieros. (2014). Grupo Alava. Obtenido de <http://www.grupoalava.com/repositorio/9bdb/pdf/11068/2/descubre-el-poder-de-la-vision-zenmuse-xt-para-aplicaciones-de-seguridad.pdf>

Arencibia-Carballo, G. (Septiembre de 2016). redalyc.org. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>

Auñil, R. (9 de Mayo de 2021). Fluke. Obtenido de <https://www.fluke.com/es-ve/informacion/blog/sistemas-de-calefaccion-ventilacion-y-aire-acondicionado/solucion-de-problemas-de-los-sistemas-fotovoltaicos-tres-problemas-tipicos>

Barberá Santos, D. (s.f.). Bibing. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCCION%3C%93N+A+LA+ENERGIA%3C%8DA+FOTVOLTAICA%252FIntroduccion%3C%B3n+a+la+energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf>

Bnamericas. (2020). Bnamericas. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/los-11-principales-proyectos-solares-de-colombia>

Celsia. (31 de Mayo de 2018). Celsia. Obtenido de <https://blog.celsia.com/new/energia-solar-en-colombia-panorama-en-cifras/>

Cepeda, J., & Sierra, A. (2017). USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1>

de Aragón, E. (25 de Febrero de 2020). Energynews. Obtenido de <https://www.energynews.es/problemas-de-los-paneles-solares-para-poseedor-de-sistema-fotovoltaico/>

Dji. (2020). DJI. Obtenido de <https://www.dji.com/matrice-200-series-v2>

DJI. (2020). Latam. Obtenido de <https://www.ceo-latam.com/primezone/los-drones-cuidan-parques-solares/>

Dji. (2021). Dji. Obtenido de <https://www.dji.com/zenmuse-xt2>

Dynatec. (24 de Enero de 2021). Dynatec. Obtenido de <https://dynatec.es/2021/01/24/los-drones-aportan-nuevas-soluciones-a-la-industria-4-0/>

EPIA. (Septiembre de 2011). PVTRIN. Obtenido de http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/Publications/project_reports/common_failures_and_improper_practices/246.6_ES.pdf

Gómez Ramírez, J., Murcia Murcia, J. D., & Cabeza Rojas, I. (2018). USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%3C%B3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guerrero Liquez, G. C., García Cascales, M. S., & Sánchez Lozano, J. M. (Julio de 2018). ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329687359_DRON_TECHNOLOGY_APPLIED_TO_THE_MANAGEMENT_OF_PHOTOVOLTAIC_SOLAR_PLANTS_TO_OPTIMIZE_THE_PROJECT