

METODOLOGIA PARA ESTIMAR EL POTENCIAL ENERGETICO EN LAS ESTACIONES AERONAUTICAS DE LA AERONAUTICA CIVIL DE COLOMBIA

Charry Rojas, Ana Cristina*, Laura Mayerly Álvarez Jiménez**,
Edgar Leonardo Gómez Gómez*** y ****Diego Armando Reyes Caballero.
*anita_cc1994@hotmail.com **lmalvarezj@correo.udistrital.edu.co
*** edgar.gomez@aerocivil.gov.co ****diego.reyes@aerocivil.gov.co.

Resumen—El siguiente documento contiene la metodología para la estimación del potencial energético solar en cada una de las zonas de ubicación de las estaciones aeronáuticas en Colombia; para los servicios de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia. Contempla información de la infraestructura de las estaciones aeronáuticas del país y sus diferentes fuentes de respaldo.

Índice de Términos— Sistemas solares fotovoltaicos, Estaciones aeronáuticas, metodología.

I. INTRODUCCIÓN

Con el propósito de buscar una forma de evolución tecnológica, encaminada al uso de procesos de generación de energía no convencionales, para implementarlos en zonas con difícil acceso y que cuentan con un excelente potencial energético solar como fuente alternativa para ser explotada especialmente en las estaciones aeronáuticas de la Aeronáutica Civil para solventar diversas dificultades del sistema de energía eléctrica en alguna de ellas, se propone una metodología que estime el recurso solar fotovoltaico para cada una de las estaciones Aeronáuticas que prestan servicios para la navegación aérea.

Esta propuesta tiene un alcance investigativo que permitirá analizar la viabilidad de implementar sistemas de generación eléctrica fotovoltaica, con el fin de energizar los equipos usados por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

(UAEAC), en la prestación de los servicios a la navegación aérea.

II. PROBLEMÁTICA

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) tiene dentro de sus funciones la ejecución de las actividades necesarias para conformar, mantener, administrar, operar y vigilar la Infraestructura Aeronáutica y Aeroportuaria que sea de su competencia [1]; a lo largo de todo el país, la UAEAC tiene diferentes estaciones aeronáuticas dedicadas a la prestación de los servicios a la navegación aérea. Algunas de ellas, por su ubicación geográfica no se encuentran conectadas a la red comercial o presentan alta inestabilidad en el fluido eléctrico con que son alimentadas, por tanto, dependen de equipos de respaldo o emergencia, principalmente grupos electrógenos que funcionan a base de diésel y sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS) que utilizan baterías. Lo anterior genera altos costos, consumo de recursos no renovables, emisión de desechos perjudiciales para el medio ambiente y un riesgo para la seguridad operacional. Una de las alternativas para solventar esta situación, es hacer un estudio sobre los sistemas de energía solar fotovoltaica dentro de la operación de los CNS, ya que con el uso de este tipo de sistemas de alimentación eléctrica, se podrían lograr resultados significativos al momento de reducir el consumo de combustible, uso de baterías y su costo asociado, además de la contaminación generada por los desechos producto de la utilización de este tipo de recursos no renovables. Esta tecnología día a día es más dinámica, ya que sus costos han disminuido considerablemente y podría llegar a ser una opción para alimentar con energía

eléctrica los sistemas de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia en estos sitios.

III. MARCO TEORICO

El termino CNS se utiliza para referirse a los sistemas de comunicaciones aeronáuticas, navegación aérea y vigilancia. Por su parte las comunicaciones, proporcionan los medios de intercambio de información tanto de voz como de datos entre aire-tierra y tierra-tierra, la navegación brinda los medios para determinar la posición y asistir al piloto para seguir la ruta establecida hacia su destino y la vigilancia provee los medios para supervisar las aeronaves que ocupan espacio aéreo con el objeto de conocer su posición, curso y ruta [2].

Por tanto, la prestación de los servicios de tránsito aéreo se debe brindar con sistemas que provean los más altos índices de calidad, disponibilidad, integridad y confiabilidad. De esta manera, las energías renovables se contemplan como una solución viable y sostenible para estos sistemas en los que se generen alternativas que permitan solucionar necesidades de suministro eléctrico existentes dentro de la operación y aumentar sin inconvenientes la densidad de distribución de estos sistemas.

Las actividades Fotovoltaicas surgieron en Colombia gracias al programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80[3].

En cuanto a la aeronáutica civil se instaló un sistema de generación fotovoltaica para el aeropuerto Enrique Olaya Herrera como objeto de estudio para hacer la evaluación del comportamiento y realizar los respectivos ajustes de este con los equipos aeronáuticos [1], de igual forma, se puede mencionar el sistema fotovoltaico que se instaló para la estación remota Yarumal de la regional de Antioquia la cual sufría de constantes cortes de energía con lo cual se buscaba mejorar la operación confiable de los equipos [4].

IV. JUSTIFICACION

Una de las condiciones por las cuales no se cuenta con una densidad suficiente de servicios aeronáuticos es la infraestructura del sistema eléctrico, calidad del servicio, costos de instalación, operación y mantenimiento en estas zonas. Por ejemplo, estaciones como Araracuara son operadas solamente por grupos electrógenos propiedad de la Aeronáutica Civil, debido a que no existe en la zona conexión a la red comercial, para lo cual la Entidad debe prever el abastecimiento de combustible tipo ACPM acorde con la capacidad de los tanques allí instalados y coherente igualmente con el consumo promedio diario de este tipo de equipos [5]. Esta situación trae consigo diversas dificultades como lo son; el elevado costo que requiere mantener reservas de combustibles, el funcionamiento de los grupos electrógenos 24 horas al día, la contaminación, el difícil acceso y transporte. Por estas razones se busca alternativas de generación que minimicen estas dificultades y que generen diversas ventajas.

V. METODOLOGIA

La guía metodológica contiene la siguiente información:

Un conjunto de tablas relacionadas a cada uno de los servicios mencionados anteriormente. Estas tablas contienen la información básica de; ubicación de las Estaciones Aeronáuticas, ubicación y código de la Estación Meteorológica asociada más cercana, clase de equipos instalados en dicha estación y promedios tanto mensuales como anuales de radiación solar, como se puede observar en la siguiente figura:

ESTACIONES DE COMUNICACIONES AERONAUTICAS						
Numero	Departamento	Estaciones	Coordenadas	Latitud	Longitud	Tecnología
C1	Cundinamarca	Cerro Manijá	4°48'10.64" N 74°23'37.26" W	4,802955	-74,393683	Microondas VHF
C2	Antioquia	Cerro Verde	6°11'51.59"N 75°28'57.57"W	6,197663	-75,482658	Microondas VHF
C3	Bolívar	Cerro Maco	9°53'8.6"N 75°11'41"W	9,885722	-75,194722	Microondas VHF
C4	Norte de Santander	Jurisdicciones	7°50'53.53"N 73°13'29.12"W	7,848202	-73,224755	Microondas VHF

ESTACIONES METEOROLÓGICAS ASOCIADAS						
Numero EA	Código EMA	Nombre estación	Latitud	Longitud	Distancia [km]	Radiación promedio Wh/m ² .T
C1	21205670	La Florida	4,766667	-74,433333	5,9564762	3890,618163
C2	27015070	Apto. Olaya Herrera	6,216667	-75,583333	11,3461103	4335,056683
C3	29035030	Presa Ay Grande	9,866667	-75,316667	13,5478868	4336,291889
C4	23195180	Escuela Agronómica Páshira	7,733333	-73,050000	23,0980167	3883,819096

Figura No. 1. Tablas de servicios aeronáuticos. Elaboración propia

Dos mapas realizados bajo el software ArcGIS, donde se condensa la información recolectada en las tablas para cada uno de los servicios contemplados. El primer mapa representará la distribución promedio anual de la radiación solar, la base geográfica escogida es el mapa de Regionales Aeronáuticas de la Aeronáutica Civil. El segundo mapa, contiene igualmente la información de radiación solar promedio anual, pero la base geográfica escogida, es el mapa de distribución política de Colombia con todos sus departamentos, Como se puede observar en la siguiente figura:

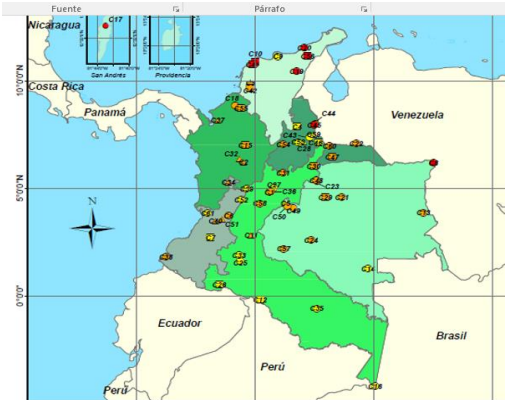


Figura No. 2 Mapa de comunicaciones. Elaboración propia.

Las correspondientes recomendaciones, conclusiones e impactos generales y específicos obtenidos de la investigación para los servicios de Comunicación, Navegación y Vigilancia.

Como datos general del comportamiento de la radiación en Colombia se encuentra que las zonas que reciben mayor intensidad de radiación solar global, superiores a los 4,5 kWh/m² por día son: las Islas de San Andrés y Providencia, amplios sectores

de la región Caribe, Vichada, Arauca, Casanare, Meta, el norte, sur y oriente de Antioquia, el centro y norte de Boyacá, el occidente de Cundinamarca, el oriente y centro del Tolima, el norte del Huila, la zona que se inicia al norte del Cauca, atraviesa el Valle del Cauca de sur a norte y llega hasta el eje cafetero, así como sectores puntuales del norte de Nariño, el norte de Norte de Santander y el suroriente de Santander. Los valores más altos (superiores a los 5,5 kWh/m² por día) se presentan en pequeños sectores del centro y norte de La Guajira [6]. Por otro lado, para las zonas con menor intensidad de radiación solar global, con promedios inferiores a los 3,5 kWh/m² por día, se presentan en sectores del occidente del Chocó; occidente de Putumayo; oriente de Cauca; oriente, sur y noroccidente de Nariño; y muy pequeños sectores de Caquetá, Huila, Cundinamarca, Quindío, Boyacá y Santander.

Con estos datos la Aeronáutica Civil puede utilizar la metodología en el desarrollo de los estudios de factibilidad en la implementación de sistemas solares fotovoltaicos para los servicios aeronáuticos, por parte de la Aeronáutica Civil y el Centro de Estudios de Ciencias Aeronáuticas (CEA), en cualquiera de las estaciones Aeronáuticas, como ejemplo de estudio se realizó un diseño preliminar para estimar los costos asociados en comparación al sistema actual de energía eléctrica en la estación Aeronáutica de Araracuara.

La estación al ser un aeropuerto, presta los tres servicios de navegación área; para los cuales se busca siempre tener confiabilidad en el sistema aún más con la condición crítica de su ubicación, El consumo total de los servicios de navegación aérea es el 48,91% del total de la carga de la estación, Se determina que el sistema de navegación es el de mayor consumo, duplicando la potencia de los demás servicios. Los servicios de navegación y vigilancia tienen características propias debido a las condiciones de la estación la tecnología que se utiliza para comunicaciones se debe a sus condiciones geográficas ya que en áreas selváticas y de pocas montañas se hace necesario el uso satelital, Al hacer un análisis de los grupos electrógenos, se

encuentra que el equipo está sobredimensionado ya que el consumo de la estación no sobrepasa el 50% de su carga, lo cual indica perdidas grandes del sistema.

Al finalizar el análisis se determinó la cantidad de elementos de la siguiente manera:

Elemento	Cantidad	Costo
Panel	24	\$20'228,064
Inversor	3	\$22'513,575
Regulador	1	\$1,707.940
Baterías	24	\$182'015,712

Los demás elementos para su instalación y emplazamiento se dejan a consideración del lugar que se escoja para la ubicación del sistema.

El costo total obtenido del dimensionamiento es de \$226,465,291 valor que al sobredimensionarlo en un 20% para gastos adicionales que se presenten es de \$271'758,349 y en comparación con el costo establecido para el consumo de galones de combustible que es de \$407'481.926,00 COP anual, el valor de la instalación corresponde al 66, 69% del valor del combustible anual.

Se presentan a continuación los costos que se generan en cada sistema de alimentación:

- El costo del Kw hora fotovoltaico = \$11,676
- El costo del Kw hora fotovoltaico = \$12,255

VI. CONCLUSIONES

- Las zonas que reciben mayor intensidad de radiación solar global superiores a los 4,5 kWh/m², se encuentran en amplios sectores de la Regional Atlántico y la Región Caribe.
- Se recomienda realizar el diseño de sistemas solares fotovoltaicos para aquellas estaciones que cuentan con un buen recurso solar
- Se recomienda hacer un estudio financiero.
- Hacer un análisis de instalación en el cual se determinen las restricciones que podrían encontrarse al momento de su ejecución

- Se concluye que el caso de estudio de Ararcuara como ejemplo, tiene ventajas económicas con respecto al sistema de diésel en cuanto a su costo por KWh como también operativas por su poco mantenimiento y falta de necesidad de trasladar insumos para su funcionamiento periódicamente.

VII. REFERENCIAS

- [1] A. Civil, «Contratar la adquisición de sistema de energía solar para sistemas de comunicaciones del aeropuerto Enrique Olaya,» 2015.
- [2] F. J. J. Fernandez, Estudio sobre los sistemas de comunicaciones, navegación , vigilancia y gestión del tráfico aéreo(CNS/ATM), Escuela técnica superior de ingenieros de telecomunicaciones , 2015
- [3] J. Real, Planta de generación fotovoltaica, Corporación universitaria minuto de Dios, Facultad de ingeniería, 2012.
- [4] Aeronáutica Civil , paneContratar la adquisición de panel solar, controlador de carga, soporte para panel y convertidor para sistema de energía solar., 2013.
- [5] A. Civil, Contratar la adquisición de combustible tipo ACPM para el funcionamiento de los grupos electrogenos en las subestaciones de las estaciones ararcuara y carimagua, 2016.
- [6] Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - UPME, Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia, Bogotá, D.C, 2016