

Selección de un algoritmo de interpolación para la generación de puntos intermedios  
de radiación solar global en el área metropolitana de Bucaramanga

Juan Francisco Javier Perez Rivero

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de ingenierías

Ingeniería de Sistemas e Informática

Floridablanca

2021

Selección de un algoritmo de interpolación para la generación de puntos intermedios  
de radiación solar global en el área metropolitana de Bucaramanga

Juan Francisco Javier Perez Rivero

Anteproyecto

Director

Por definir

Universidad Pontificia Bolivariana.

Escuela de ingenierías

Ingeniería de Sistemas e Informática

Floridablanca

2021

## Contenido

|                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Introducción .....                 | 4                                    |
| 1. Planteamiento del problema..... | 5                                    |
| 2. Estado del arte .....           | 6                                    |
| 3. Justificación .....             | 9                                    |
| 4. Objetivos .....                 | 10                                   |
| 4.1. Objetivo general.....         | 10                                   |
| 4.2. Objetivos específicos .....   | 10                                   |
| 5. Marco teórico .....             | 11                                   |
| 6. Metodología .....               | 12                                   |
| 7. Alcances .....                  | 13                                   |
| 8. Cronograma.....                 | 14                                   |
| Referencias .....                  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## **Introducción**

## **1. Planteamiento del problema**

## 2. Estado del arte

La exactitud o medición de la radiación solar en un área geográfica depende de la densidad de puntos tenidos en cuenta al realizar la medición (Ener Rusen & Konuralp, 2020). Una de las herramientas actuales utilizadas para realizar mediciones meteorológicas es el uso de rasters capturados mediante satélites, los rasters satelitales permiten obtener un alto nivel de densidad de puntos al momento de realizar estimaciones sobre la radiación solar (Jiang et al., 2019); la estimación de la radiación solar ha logrado avances mediante el uso de raster junto con datos obtenidos por modelos empíricos, esto se logro mediante la comparación del modelo empírico de radiación solar global y difusa junto con el método de HELIOSAT obteniendo valores de  $R^2$  por encima de 0.9 mostrando la precisión del método para calcular los valores de radiación que llegan a la tierra (Ener Rusen & Konuralp, 2020). Del mismo modo se han logrado resultados mediante el uso de redes convolucionales, el cual es un método de aprendizaje profundo por a prendimiento de patrones utilizado frecuentemente con datos obtenidos de imágenes, la utilidad de este modelo es notable debido a la naturaleza de los datos obtenidos de satélites meteorológicos, obteniendo valores satisfactorios mediante el modelo de redes convolucionales (Jiang et al., 2019).

Los datos obtenidos al nivel del suelo presentan una medición más exacta de la radiación solar que llega a la superficie de la tierra, sin embargo, la cantidad de puntos geográficos en donde se recolectan los datos se ven reducidos debido a las limitaciones de instalación de los sensores (Hirooka et al., 2018), ante esto se plantea el uso de un modelo hibrido entre el modelo de radiación solar global y difusa junto a un modelo

sobre el comportamiento de las nubes, permitiendo solventar el problema del modelo empírico de no tener en cuenta la disminución de la radiación solar final que llega a la superficie debido a las nubes, el modelo híbrido fue validado mediante datos obtenidos por estaciones meteorológicas al nivel del suelo, mostrando la utilidad un modelo híbrido como alternativa (Hirooka et al., 2018).

Del mismo modo se pueden obtener datos interpolados mediante el uso de datos meteorológicos obtenidos al nivel del suelo, utilizando la humedad y la temperatura como parámetros en un modelo de redes neuronales, de esta manera, el entrenamiento del modelo se realiza con dos nuevos parámetros, los cuales presentan un alto nivel de correlación respecto a la radiación solar medida, mostrando la utilidad de entrenar un modelo con estos parámetros (Jeong et al., 2017).

Ante la carencia de densidad de los datos de radiación solar obtenidos, se ha planteado el uso del internet de las cosas como una fuente valida de datos, estos datos fueron utilizados en una red neuronal y en una red neuronal híbrida, mostrando como alternativa el uso de sensores menos precisos pero de mayor uso en términos de densidad geoespacial (Kosovic et al., 2020).

También se han realizado estudios los cuales establecen modelos basados en las cadenas de Markov como un modelo al momento de estimar los valores de radiación solar en un área dada, reduciendo la cantidad de puntos geográficos requeridos para realizar el cálculo (Urrego, Julian; Martinez, 2019).

Existen estudios realizados en norte de Santander los cuales han hecho uso de modelos de redes neuronales y de redes neuronales adaptativas difusas mediante datos

meteorológicos con una alta correlación con los valores de radiación solar, estos modelos fueron evaluados con datos empíricos y satelitales, demostrando un alto nivel de precisión y estabilidad de los modelos a través del tiempo y en diferentes áreas espaciales (Illera, 2019).



### **3. Justificación**

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Seleccionar un algoritmo de interpolación mediante la precisión de los datos de salida para conocer los puntos intermedios de radiación solar global del área metropolitana de Bucaramanga.

### **4.2. Objetivos específicos**

- 1) Identificar las técnicas de extracción de características y los modelos de interpolación que se ajusten a la generación de puntos intermedios de radiación solar en el área metropolitana de Bucaramanga.
- 2) Establecer un conjunto de datos mediante la consulta de bases de datos meteorológicas como dataset de entrenamiento y evaluación.
- 3) Determinar el modelo más representativo mediante métricas estadísticas de exactitud y precisión para la generación de datos intermedios de radiación solar global.

## **5. Marco teórico**

## **6. Metodología**

## **7. Alcances**

El desarrollo y cumplimiento de este trabajo de grado se espera encontrar un algoritmo para la generación de puntos intermedios de radiación solar para el área metropolitana de Bucaramanga.

Con el conocimiento adquirido en este proyecto se espera que contribuya al área de ciencia de datos de la facultad de ingeniería de sistemas e informática permitiendo posteriores investigaciones y el desarrollo de futuros modelos sobre información de radiación solar. Del mismo modo, se espera contribuir al área de estudio de la radiación solar como fenómeno natural o como fuente energética renovable.

## 8. Cronograma

### Bibliografía

- Ener Rusen, S., & Konuralp, A. (2020). Quality control of diffuse solar radiation component with satellite-based estimation methods. *Renewable Energy*, 145, 1772–1779. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.085>
- Hirooka, D., Murata, N., Fujimoto, Y., & Hayashi, Y. (2018). Temporal Interpolation of Gridded Solar Radiation Data for Evaluation of PV Fluctuations. *Energy Procedia*, 155, 259–268. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.052>
- Illera, M. J. (2019). *SOLAR RADIATION ESTIMATION MODELS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO THE PHOTOVOLTAIC ELECTRICAL GENERATION FOR NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA* [Universitat Politècnica de Catalunya]. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/134925/Master%27s thesis - Solar estimation models.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/134925/Master%27s%20thesis%20-%20Solar%20estimation%20models.pdf)
- Jeong, D. I., St-Hilaire, A., Gratton, Y., Bélanger, C., & Saad, C. (2017). A guideline to select an estimation model of daily global solar radiation between geostatistical interpolation and stochastic simulation approaches. *Renewable Energy*, 103, 70–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.022>
- Jiang, H., Lu, N., Qin, J., Tang, W., & Yao, L. (2019). A deep learning algorithm to estimate hourly global solar radiation from geostationary satellite data. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 114, 109327. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109327>
- Kosovic, I. N., Mastelic, T., & Ivankovic, D. (2020). Using Artificial Intelligence on

environmental data from Internet of Things for estimating solar radiation:

Comprehensive analysis. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121489.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121489>

Urrego, Julian; Martinez, A. A. P. (2019). Assessment and Day-Ahead Forecasting of

Hourly Solar Radiation in Medellín, Colombia. *Energies*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en12224402>