

Irradiación Solar en las Islas Canarias

Antonio Pulido Alonso, Juan I. Jiménez Fránquiz, Jesús Romero Mayoral, Norberto Angulo Rodríguez,
Pablo I. González Domínguez, José C. Quintana Suárez

Departamento de Ingeniería Eléctrica
E.T.S.I.I., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Campus Universitario de Tafira – Las Palmas de G.C., 35310 Las Palmas (España)
Tel.: +34 928 451987, fax: +34 928 451874, e-mail: apulido@die.ulpgc.es

1. Introducción

En el presente artículo pasamos a buscar y analizar diferentes fuentes de datos de radiación que existen acerca de las Islas Canarias. Normalmente se aportan valores referidos a cada provincia.

Hemos encontrado datos con una gran disparidad, procedemos a analizar el motivo de la misma, así como la difusión de cada fuente de datos en la red y en la bibliografía.

Dado la complejidad de su relieve y clima, observaremos que cada isla presenta zonas con gran diferencia en los niveles de radiación. Esto induce a cometer importantes errores al emplear valores globales de cara a la previsión de la producción de una instalación solar.

Se ha analizado las diferentes fuentes y explicado cual ha sido probablemente el criterio que se ha seguido para su obtención.

Palabras llave: irradiación, diversidad, mapas solares, mar de nubes

2. Descripción de la geografía y el clima

A. Geografía

Las islas Canarias se hallan ubicadas en el Océano Atlántico fuera de la plataforma continental, son unos volcanes que como chimeneas han emergido del fondo oceánico. Entre islas hay profundidades de más de 4 km. El archipiélago se halla al Noroeste del Continente Africano, entre las latitudes 27° 37' y 29° 25' Norte (situación subtropical) y las longitudes 13° 20' y 18° 10' al Oeste de Greenwich. Normalmente adoptamos como media el paralelo 28. Se alzan como colosos con el Teide a la cabeza con una altura de 3.718m, Sólo fuerteventura y Lanzarote no sobrepasan los 1.450m, por el hecho de ser las islas más antiguas y por ello más erosionadas. La superficie total del archipiélago es de 7.529 km².

B. Clima.

El clima debe sus rasgos fundamentales a la situación del archipiélago bajo la influencia de una alta presión subtropical, el anticiclón de las Azores, de éste parten los “vientos alisios”, que en Canarias son vientos de dirección NE - SO.

Este anticiclón aparecen durante todo el año y presenta el llamado “balanceo estacional”:

En invierno, el anticiclón, que ha bajado en latitud, está dividido en dos núcleos, uno al Sur de las Azores y otro entre Madeiras y Canarias. Con esta situación, al estar el anticiclón muy cerca de Canarias, es muy poco importante la acción de los vientos alisios.

En verano, el anticiclón se desplaza hacia el norte, centrándose sobre las Azores. Con esta situación, al estar más alejado de Canarias, se establece sobre nuestras islas el soplo constante del alisio. La velocidad de estos vientos oscila entre los 2 y los 7 m/s. El régimen de vientos Alisios domina en Canarias desde mediados de abril hasta mediados de septiembre.

Estructura del Alisio presenta dos capas:

- Una inferior, de aire húmedo y fresco, porque está en contacto con la superficie del mar, de dirección NE refrescada por la corriente fría de Canarias.

- Otra superior, de aire cálido y seco, de dirección NO, de menor presencia que el aire inferior.

Ambas capas están separadas por una superficie de discontinuidad señalada por una inversión de temperatura conocida por el nombre de “inversión del alisio”.

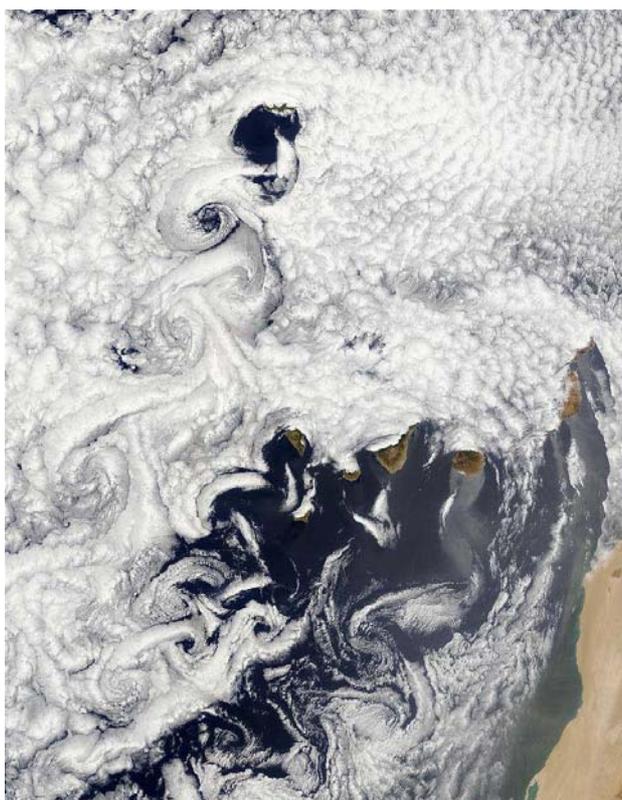
Esta inversión consiste en lo siguiente: la temperatura desciende con la altura hasta los 1200-1500 m., que es donde se produce la inversión. A partir de este momento la temperatura comienza a ascender. Se registran valores de temperatura más elevados hacia los 2000 m. de altitud que hacia los 800 m., con una diferencia a veces de hasta 10° C. Esta inversión térmica se produce al ser cubierto el aire inferior húmedo e inestable, por un aire seco y cálido, que desciende e impide al ascenso del húmedo. Éste, si no asciende, no puede condensarse ni provocar lluvias; lo único que se forman son bancos de nubes de tipo estrato-cúmulos; denominado mar de nubes, como se puede observar en la fotografía (1).



1. Mar de nubes

C. *Efecto sinérgico*

Como hemos comentado tenemos unas islas muy pequeñas en superficie, pero muy elevadas en altitud que detiene al Alisio dejando las nubes por debajo tal como se puede observar en la foto, creando el mencionado mar de nubes, lo que condiciona a que en un territorio tan pequeño no se pueda hablar de valores medios sin cometer gravísimos errores.



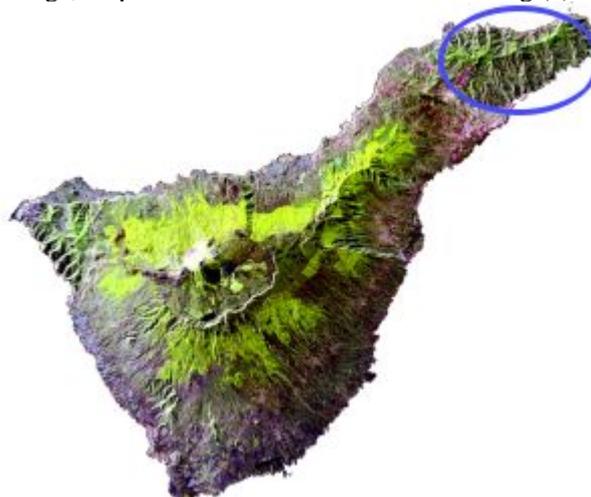
2. Canarias desde satélite

D. *Capitales de provincia*

Lo habitual es tomar datos en las capitales de provincia y extenderlo a toda ella, claro, que en este caso es singular lo que ocurre.

Las Palmas de Gran Canaria está orientada al Noreste por lo que los alisios le inciden de lleno creando la famosa "panza de burro", que filtra y atenúa la radiación solar sobre todo en verano. No obstante la otra capital Sta.

Cruz de Tenerife se halla parapetada tras el macizo de Anaga, lo que le confiere orientación Sureste. Fig.(3)



3. **Macizo de Anaga**

Este fenómeno va a condicionar totalmente los datos solares que normalmente encontramos en casi todas las publicaciones nacionales, basándose en los datos proporcionados por Consolar, y que conduce a un importante error. Las fuentes extranjeras resultan ser más objetivas y conocedoras de este fenómeno.

La realidad es que como mínimo debería hablarse de dos zonas, barlovento y sotavento. Obsérvese en la foto (2) desde satélite el efecto de las islas sobre las nubes que bajan de Norte a Sur.

Así por esta razón es frecuente encontrar en la bibliografía el enunciar que es en la isla de Tenerife, el punto con más alta radiación de España, cuando debería referirse a toda Canarias [1],[2].

3. **Búsqueda y análisis de datos**

Se analizan diversas fuentes, entre otras los mapas del IDAE y el de Consolar, siendo el último el más divulgado la tabla de número de horas de sol elaborada por el INE, los valores que nos da la Nasa, el I.N. de Meteorología, y el Institute for Environment and Sustainability de la CEE. También se ha consultado la bibliografía y veremos cuales son las referencias más empleadas.

Analizaremos y compararemos todas estas fuentes.

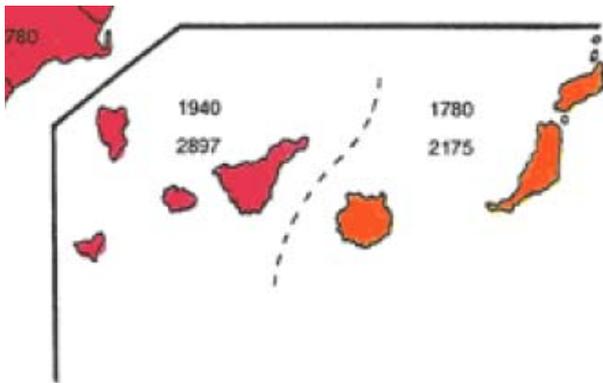
4. **Datos de Consolar**

El mapa de Consolar es reflejo de la extrapolación de los datos de las capitales al resto del territorio, induciendo a un gran error, al afirmar que la provincia oriental cuenta con menor radiación, justamente lo contrario a la realidad.

Es sin duda el más extendido se ha localizado en múltiples páginas web, entre otras: ,[3] ,[4] ,[5] ,[6] ,[7],[8] y [9]

La última es el catálogo comercial de un fabricante de paneles que ha introducido el mapa en el mismo.

El dato superior nos indica la irradiación anual en kWh y la inferior el número de horas de sol.



4. Mapa de Censolar

En la base de datos que viene en el programa informático de cálculo de instalaciones solares Censol 5.0 nos viene los siguientes datos:

Sta. Cruz de Tenerife5,3 kWh/m²/día
Las Palmas4,9 kWh/m²/día

Son muchos los libros que citan a Censolar como fuente, por citar algunos pues la lista sería eterna [10] y [11] ...

5. Datos del Instituto para la diversificación y el ahorro de energía

En los pliegos de condiciones técnicas para instalaciones solares, en sus anexos a fin de facilitar el cálculo se adjunta una tabla con valores de radiación mes a mes de las distintas provincias españolas, en esa tabla figura lo siguiente:

Sta. Cruz de Tenerife19,1 MJ/m²/día
Las Palmas17,6 MJ/m²/día

Pasando estos datos a kWh tendremos los mismos valores que nos aporta Censolar.

En sus publicaciones emplean lógicamente los mismos datos. [12]

6. Datos del Instituto nacional de estadística

El citado instituto tiene tres estaciones: una en Sta.Cruz de Tenerife, otra en Izaña a la falda del Teide a 2.400m de altitud; encima del mar de nubes, y por último otra en el Aeropuerto de Gran Canaria.

De los años que reflejan las medias sería:

Sta. Cruz de Tenerife2918 kWh/m²/año
Izaña (2.400 m)3.439 kWh/m²/año
Aeropuerto de Gran Canaria2.981 kWh/m²/año

La orientación del Aeropuerto de Gran Canaria es el Este y no pertenece al municipio de Las Palmas de Gran Canaria.

De la misma fuente podemos obtener los días nubosos del año, así

Sta. Cruz de Tenerife235 días/año
Izaña (2.400 m)114 días/año
Aeropuerto de Gran Canaria265 días/año

De estos datos podemos concluir:

- La Capital Tinerfeña se parapeta tras el macizo de Anaga y obtiene más días soleados que el aeropuerto dando las dos al mar con orientación Este.
- En Izaña a 2.400 m de altitud la nubosidad es mucho menor, y la irradiación más elevada.
- También observamos que a pesar de el aeropuerto contar con más días nubosos al año obtiene más radiación solar que Santa Cruz.

7. Datos Meteorológicos de la Nasa

En [13] tras darse de alta se pueden consultar datos meteorológicos sobre cualquier parte del planeta, número de días soleados, número máximo de días no soleados consecutivos, radiación directa, difusa, etc.. Obtenidos del promedio de diez años de mediciones.

Así hemos consultado los datos para:

- Las Palmas de Gran Canaria 28.06 N 15.25 O
- Sta. Cruz de Tenerife 28.28 N 16.15 O

Se obtiene valores medios diarios anuales:

Sta. Cruz de Tenerife5,31 kWh/m²/día
Las Palmas de Gran Canaria5,32 kWh/m²/día

Ligeramente superior para Las Palmas, pero prácticamente coincidentes, lo que resulta lógico dada la cercanía y similitud.

8. Datos del Institute for Environment and Sustainability. CEE

El Instituto Europeo de Medio ambiente y sostenibilidad, en su página web [14] entrando por país y provincia nos aporta la radiación para la inclinación que deseemos mes a mes, variación diaria en cada mes, así como una estimación de producción con paneles fotovoltaicos.

Hemos solicitado la radiación media anual sobre una superficie horizontal y los datos proporcionados son:

Sta. Cruz de Tenerife5.880 Wh/m²/día
Las Palmas5.738 Wh/m²/día

Cierto es que la altitud concedida a la provincia de Sta. Cruz es de 341m sobre el nivel del mar y a la Provincia de Las Palmas 0m. Siendo ambas ciudades costeras.

Otra vez como en el caso anterior los valores son casi idénticos. en este caso levemente favorable a la provincia de Sta. Cruz de Tenerife.

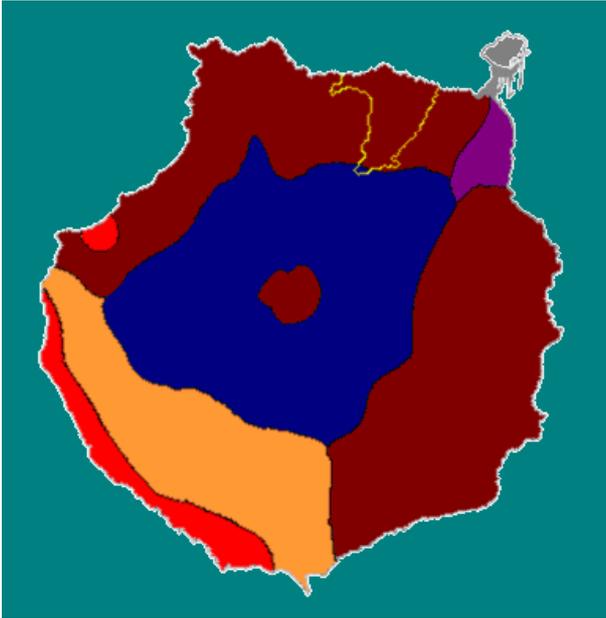
9. Instituto tecnológico de Canarias

El Instituto Tecnológico de Canarias ha dispuesto una red de unas veinte estaciones que miden la irradiancia global sobre superficie horizontal de forma continua. Con los datos obtenidos se han elaborados unos mapas solares donde se zonifica cada isla en zonas de similar radiación.

A pesar de que el historial no es de muchos años como para certificar su validez, es a día de hoy la única herramienta de proyecto sin pasar por implantar una estación propia, tomar un año de datos y correlacionar con otra de similar orientación.

En estos mapas se puede observar que los valores vienen determinados por la orografía colindante, altitud del lugar y su orientación geográfica. Independiente de la isla en la que nos hallemos.

Así mostrando el mapa de Gran Canaria, este se ha dividido en zonas, según la radiación:



La zona roja que corresponde con el Suroeste, es la más asociada de las nubes, resultando ser la de más alta radiación, una media anual de 5,70 kWh/m²/día. La zona azul que corresponde con las medianías se han de conformar con un valor medio de 3,6 kWh/m²/día. Una sustancial diferencia entre ambos valores, algo que se repite en casi todas las islas. De cualquier forma viendo todos los mapas observamos que las más soleadas son las islas más bajas, sobre todo Fuerteventura que pertenece a la provincia de Las Palmas. El mapa de la isla de Tenerife resulta ser muy similar al de Gran Canaria que hemos presentado.

10. Conclusiones

Podemos afirmar que emplear valores genéricos para todo el territorio, como los obtenidos por mediciones en ambas capitales conduce a errores e incertidumbres inadmisibles.

Así los datos aportados por Censolar, que son los mismos que emplea el IDAE, no se pueden dar por válidos al no emplear para ambas provincias valores equivalentes en altitud y orientación. De hecho es la única fuente que refleja una sustancial diferencia de irradiación entre provincias. Cierto es que la isla más soleada es Fuerteventura, la más próxima a África y la de menos altura por estar más erosionada, la menos soleada es la isla de La Palma, por su gran altitud y una de las más occidentales. Los datos de Censolar señalan lo contrario. Es como si comparásemos el viento en Navarra y Galicia, en una se mide a 10 m del suelo dentro de un bosque de encinas, y en otro a 30m sobre una loma con horizonte despejado. Totalmente absurdo y demostrando un desconocimiento total del principio más básico de la metrología: que consiste en equiparar las condiciones a la hora de medir parámetros en diferentes ubicaciones para su posterior comparación. Prácticamente toda la bibliografía nacional está contaminada por dicha fuente.

Así Censolar presenta una diferencia referidas al número de horas de sol entre provincias de más del 33%, cuando esa diferencia es entre orientaciones, no entre provincias. Las fuentes extranjeras no cometen ese error y se demuestra aportando datos muy similares a las dos provincias. Las medidas han sido tomadas muy probablemente en el Sur pues nos asignan valores elevados en ambos casos. Los extranjeros son mejores conocedores de nuestros recursos.

El aportar mediciones locales es una manera objetiva de dar los datos y será el proyectista el que deba valorar la posibilidad de extrapolar los datos leídos a la ubicación de la actuación, o realizar unas mediciones y realizar una correlación de los mismos. Es el caso del INE.

En cualquier caso, lo óptimo es el empleo de mapas solares como los que proponemos u optar por otro procedimiento que considere la orientación de la ubicación exacta del proyecto, su altitud y el efecto de la orografía colindante.

Observamos como existen localidades donde el error entre los valores medidos y los propuestos por las fuentes superan el 50%, así hemos presentado la gran disparidad de datos.

La temperatura media anual en las islas es de 20 grados, con escasas oscilaciones, excepto en las zonas altas, donde la temperatura media anual es menor, lo que favorece el rendimiento de la fotovoltaica. Respecto a las precipitaciones, varían en función de la zona, no obstante, las cifras medias anuales oscilan entre los 300 y 500mm. Todo ello junto con más de 300 días de sol de media anual en el sur, conducen a que las Islas Canarias estén consideradas como uno de los lugares del mundo con un clima más agradable. Y sin duda un lugar de elevado potencial eólico y solar.

Referencias

- [1] <http://www.ambientum.com/enciclopedia/energia/4.16.01.01/4.16.01.01.htm>
- [2] <http://archivo.greenpeace.org/GuiaSolar/S-economicos.htm>
- [3] <http://www.aetalbasolar.com/mapasolar.html>
- [4] http://www.solarsom.es/es/mapa_solar.html
- [5] http://www.solarsom.es/es/mapa_solar.pdf
- [6] http://www.yago.es/catalog/info_4.php
- [7] <http://www.asif.org/principal.php?idseccion=226>
- [8] <http://lazorrera.com/2006/11/02/mapa-solar-de-espana-leon/>
- [9] <http://www.fagor.com/es/>
- [10] Integración de los sistemas solares térmicos en la edificación. Férolí España, S.A. Isofotón, S.A. ISBN: 84-96158-11-X
- [11] Energía solar Térmica de Baja Temperatura. M. Castro Gil. Ed. Progenisa ISBN: 84-86505-81-X
- [12] Manuales de Energías Renovables. Ed. 5 días. IDAE. ISBN: 84-8036-053-4
- [13] <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
- [14] <http://re.jrc.cec.eu.int/pvgis/solradframe.php?lang=en&map=africa>
- [15] Pons, X. 1996. "Estimación de la Radiación Solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica". A: VII Coloquio de Geografía Cuantitativa, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.