



TÍTULO

INFORME ANÁLISIS TMY
PROYECTO PILOTO DE TORRE CENTRAL EN EL URUGUAY
SOTS150204DGME0001-00 (Informe Radiación)

FECHA ELABORACIÓN 03/12/2014

ELABORADO POR P.L.G.

ÍNDICE

1	ANÁLISIS DATOS METEOROLÓGICOS	3
1.1	Variables de interés	3
1.2	Análisis DNI – Irradiancia directa en incidencia normal (W/m2).....	4
1.2.1	Análisis datos atípicos	4
1.2.2	Comprobación desfase temporal.....	4
1.2.3	Comparación con respecto a un modelo teórico de radiación	4
1.3	Análisis TAM – Temperatura de aire ambiente (°C)	6
1.4	Análisis HRE – Humedad relativa (%)	6
1.5	Análisis PAM – Presión atmosférica (hPa)	6
1.6	Análisis VVI – Módulo de velocidad de viento a 20 metros (m/s)	7
1.7	Análisis DVI – Dirección de velocidad de viento a 20 metros (°)	7
1.8	Conclusión	7

1 ANÁLISIS DATOS METEOROLÓGICOS

En este documento se describe el análisis del año meteorológico tipo proporcionado en el documento “AMTv2_SA_v00.xls”.

En el documento se proporcionan las siguientes variables meteorológicas:

- GHI – Irradiancia global en plano horizontal (W/m²).
- DNI – Irradiancia directa en incidencia normal (W/m²).
- GTI20 – Irradiancia global en plano inclinado a 20° (W/m²).
- GTI35 – Irradiancia global en plano inclinado a 35° (W/m²).
- TAM – Temperatura de aire ambiente (°C).
- HRE – Humedad relativa (%).
- PAM – Presión atmosférica (hPa).
- VVI – Módulo de velocidad de viento a 20 metros (m/s).
- DVI – Dirección de velocidad de viento a 20 metros (°).

1.1 Variables de interés

De las variables proporcionadas, sin duda, la más determinante en la generación eléctrica de una central termosolar es:

- DNI (irradiación directa en incidencia normal).

Las otras variables que tienen influencia en la generación son:

- TAM – Temperatura de aire ambiente (°C).
- HRE – Humedad relativa (%).
- PAM – Presión atmosférica (hPa).
- VVI – Módulo de velocidad de viento a 20 metros (m/s).
- DVI – Dirección de velocidad de viento a 20 metros (°).

Los datos proporcionados de irradiación global (horizontal y en plano inclinado) son valores determinantes para otras tecnologías como la fotovoltaica, pero no para la termosolar.

1.2 Análisis DNI – Irradiancia directa en incidencia normal (W/m²)

1.2.1 Análisis datos atípicos

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

DNI – Irradiancia directa en incidencia normal (W/m²).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	973	932	935	910	925	883	861	865	840	890	973	958	950
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 1. Tabla DNI

1.2.2 Comprobación desfase temporal

Se ha comprobado que los datos de radiación no están desplazados temporalmente con respecto los ángulos solares. Esto es de especial importancia para la estimación de la generación eléctrica, puesto que la energía solar aprovechable es función tanto de la radiación, como de los ángulos solares en ese instante temporal.

En la siguiente imagen se visualiza cómo las horas de amanecer y anochecer calculadas a partir de los ángulos solares se corresponden perfectamente con la irradiación.

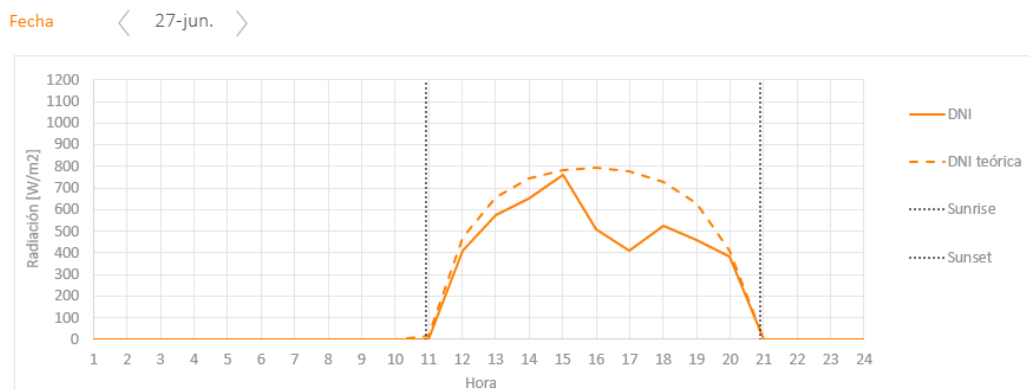


Image 1. Correlación DNI vs ángulos solares

1.2.3 Comparación con respecto a un modelo teórico de radiación

Los modelos teóricos de radiación estiman la DNI ideal, es decir sin nubes, para una localización dada en función de sus coordenadas y elevación.

$$I_0 = 1367.7 \times \left(1 + 0.033 \times \cos \left(\frac{2\pi}{365} \times DOY \right) \right)$$

Image 2. Radiación extraterrestre

Laue Model (1970) [19]

$$DNI = I_0 \times \left((1 - 0.14 \times h) \times 0.7^{AM^{0.678}} + 0.14 \times h \right)$$

where $AM = \frac{1}{\cos(z)}$ and h is elevation.

Image 3. Modelo teórico de radiación

Referencia: http://energy.sandia.gov/wp-content/gallery/uploads/SAND2012-2389_ClearSky_final.pdf

En la siguiente figura se representa la radiación real (continua) y la radiación teórica según el modelo de Laue (discontinua) para distintos días del año. Como se puede apreciar los datos de radiación se ajustan a los del modelo en los momentos sin nubosidad por lo que no hay evidencias de datos fuera de rango.

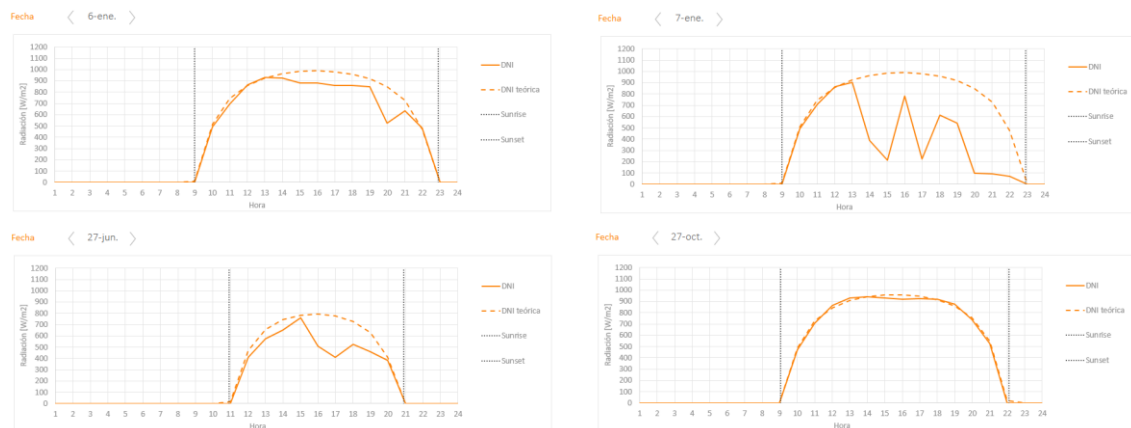


Image 4. DNI vs Modelo teórico

También se han comparado los valores mensuales de radiación con los valores estimados por el modelo teórico.

La mayor o menor diferencia entre la DNI y la radiación teórica representa la nubosidad característica de cada mes. Las diferencias no permiten concluir que haya un mes con una radiación fuera de rango.

Table 2. Tabla DNI mensual

DNI – Irradiancia directa en incidencia normal (W/m2).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Suma [kWh/M2]	1911.3	242.4	177.3	174.3	155.4	100.5	98.6	119.6	128.2	137.7	163.7	202.2	211.5
Suma teórica [kWh/M2]	3134.7	333.7	283.2	277.5	234.1	206.4	181.6	193.4	224.2	252.0	295.9	313.8	339.0
Ratio	61%	73%	63%	63%	66%	49%	54%	62%	57%	55%	55%	64%	62%

1.3 Análisis TAM – Temperatura de aire ambiente (°C)

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

Table 3. Tabla TAM

TAM – Temperatura de aire ambiente (°C).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	38.2	38.2	37.4	33.8	31.6	25.4	23.4	27.7	29.6	37.1	31.2	34.8	34.9
Min	-3.4	10.9	11.4	7.6	6.4	0.9	-0.2	-1.0	-3.4	1.4	7.5	9.6	7.6

1.4 Análisis HRE – Humedad relativa (%)

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

Table 4. Tabla HRE

HRE – Humedad relativa (%).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	100.0	98.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Min	12.0	12.0	24.0	29.0	34.0	33.0	20.0	27.0	23.0	17.0	26.0	28.0	26.0

1.5 Análisis PAM – Presión atmosférica (hPa)

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

Table 5. Tabla PAM

PAM – Presión atmosférica (hPa).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	1037	1020	1020	1025	1024	1027	1032	1030	1032	1037	1024	1020	1021
Min	997	1005	999	1001	1004	997	1002	1009	1002	997	1003	1001	997

1.6 Análisis VVI – Módulo de velocidad de viento a 20 metros (m/s)

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

Table 6. Tabla VVI

VVI – Módulo de velocidad de viento a 20 metros (m/s).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	18.9	16.7	12.2	10.0	10.8	14.8	12.4	16.0	12.7	12.9	13.1	11.8	18.9
Min	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.9	0.2	0.2	0.2

1.7 Análisis DVI – Dirección de velocidad de viento a 20 metros (º)

Se ha realizado un análisis de máximos y mínimos de la variable para descartar que haya datos atípicos.

Los resultados no muestran evidencias de que haya datos fuera de rango.

Table 7. Tabla DVI

DVI – Dirección de velocidad de viento a 20 metros (º).

	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Max	358.0	358.0	355.0	355.0	347.0	356.0	356.0	357.0	358.0	357.0	346.0	357.0	358.0
Min	2.0	2.0	5.0	9.0	4.0	4.0	3.0	4.0	2.0	2.0	4.0	3.0	4.0

1.8 Conclusión

Tras la realización del análisis no se ha detectado ninguna anomalía en los datos del año tipo.