



- **SEMINARIO INTERNACIONAL sobre “Energías Renovables”**

“CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS Y EL DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS”

- Expositor: **Dr Román H. Buitrago**

- Ciudad del Este

Abril 2011

MOTIVACIONES Y OBJETIVOS:

A) Diseñar y dimensionar un sistema fotovoltaico para un dado lugar geográfico de la Argentina.

B) Releva la información técnica necesaria y la disponible.

C) Desarrollar un método accesible y práctico que permita lograr lo planteado en el punto A) con los datos disponibles al público en general en la Argentina.

BASE DE DATOS NECESARIA

a) Caso sistemas ubicados al sur del trópico de Capricornio:

Radiación Global mensual/diaria (W/m^2) sobre plano horizontal.

Radiación Directa mensual/diaria

Radiación Difusa mensual /diaria

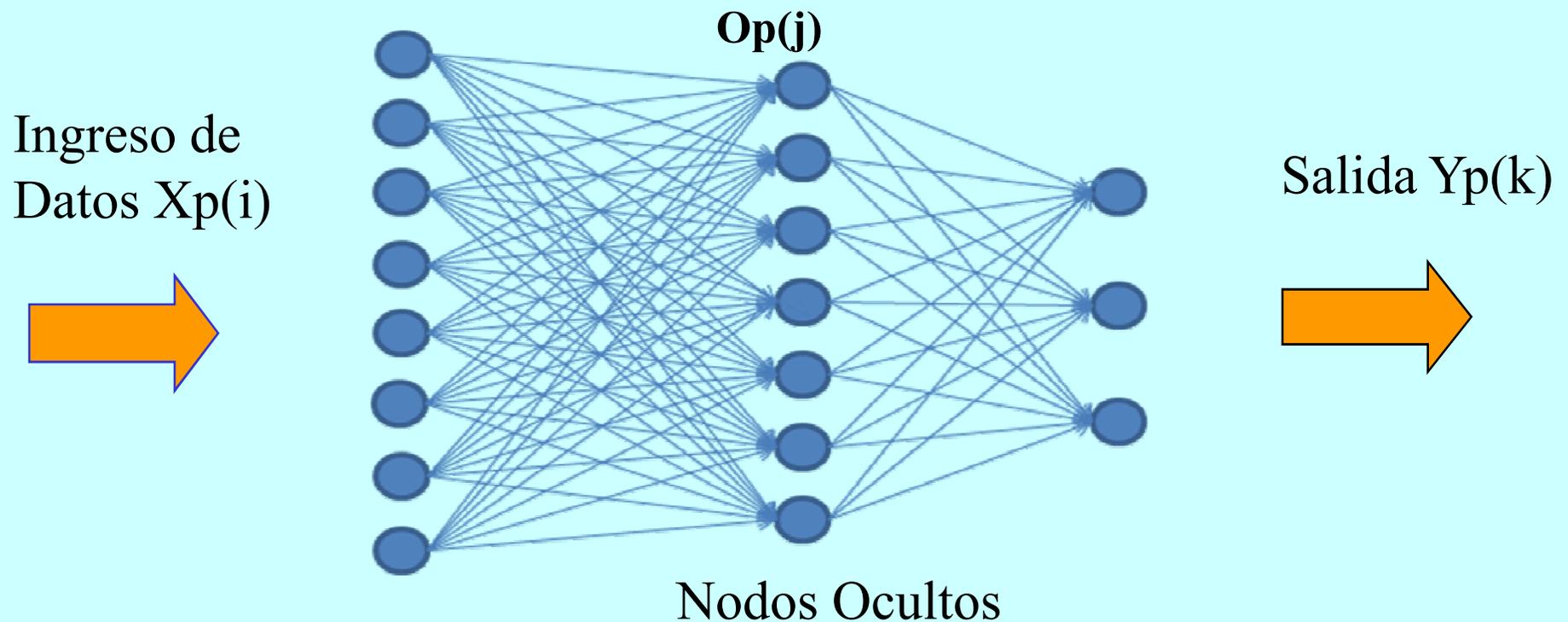
Coeficiente de transparencia de la atmósfera (K).

Albedo o coeficiente de reflexión del medio circundante.

DATOS EN GENERAL DISPONIBLES

- En la Argentina la radiación solar la mide solamente el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), tiene en 14 de sus 260 estaciones Solarímetros apropiados, en otras mide con celdas solares calibradas, pero en la gran mayoría solo utiliza Heliofanos, con los que mide la Heliofanía o duración del día solar.
- Las estaciones e instrumentos están orientados a informar a la actividad agrícola, e información sobre el clima a la población en general.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA RED NEURAL



$$y_p(k) = \sum_{i=1}^{N+1} w_{oi}(k,i) \cdot x_p(i) + \sum_{j=1}^{N_k} w_{oh}(k,j) \cdot O_p(j)$$

MEDICIONES REALIZADAS

- 1) Energía Generada por los Módulos:** $(W-h)/\text{día}$
Mediante la medición cada 10 min de la I_{cc} y V_{oc} , conociendo el FF. ($\text{Pot. Máx.} = I_{cc} \cdot V_{oc} \cdot \text{FF}$)
- 2) Radiación global incidente sobre el plano de los módulos:**
Con un Solarímetro Kipp Zonen. (mW/cm^2).
- 3) Temperatura de los módulos:**
Con una termocupla pegada en su parte posterior y aislada del medio ambiente.
- 4) Ángulo de inclinación:**
Correspondiente al 22 de julio y 22 de diciembre, con la radiación directa perpendicular al plano de los módulos.

BASE DE DATOS EXPERIMENTALES

DATOS DE ENTRADA:

Radiación incidente plano módulos [W-horas]

Angulo mínimo diario del sol al cenit “ θ ” [Ec.Hartman]

Temperatura máxima ambiente [C]

Humedad relativa ambiente mínima [%]

Presión atmosférica mínima [hPa]

Velocidad del viento [km/h]

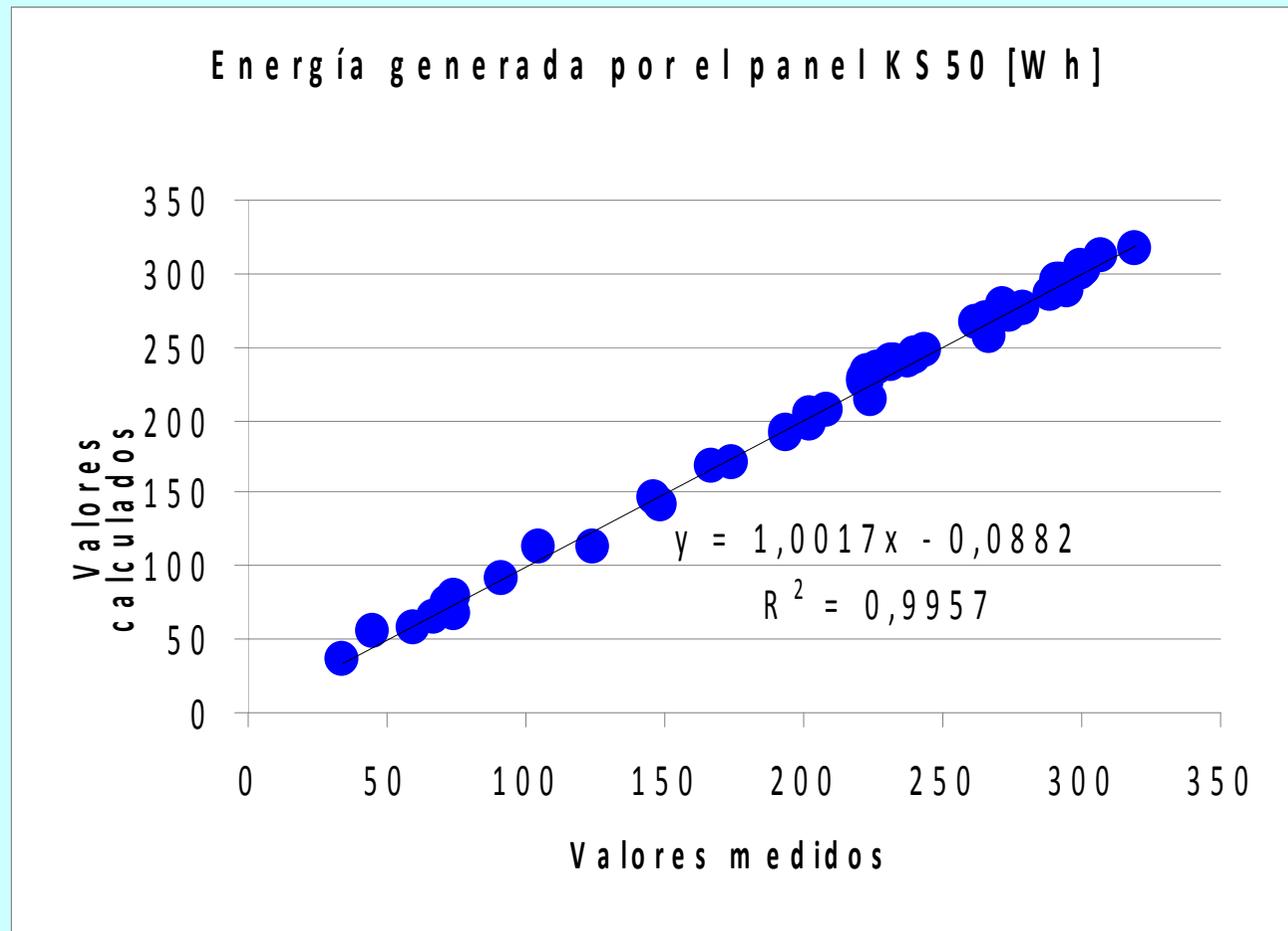
DATOS DE SALIDA (Valores Diarios):

Energía generada por los módulos fotovoltaicos [Wh]

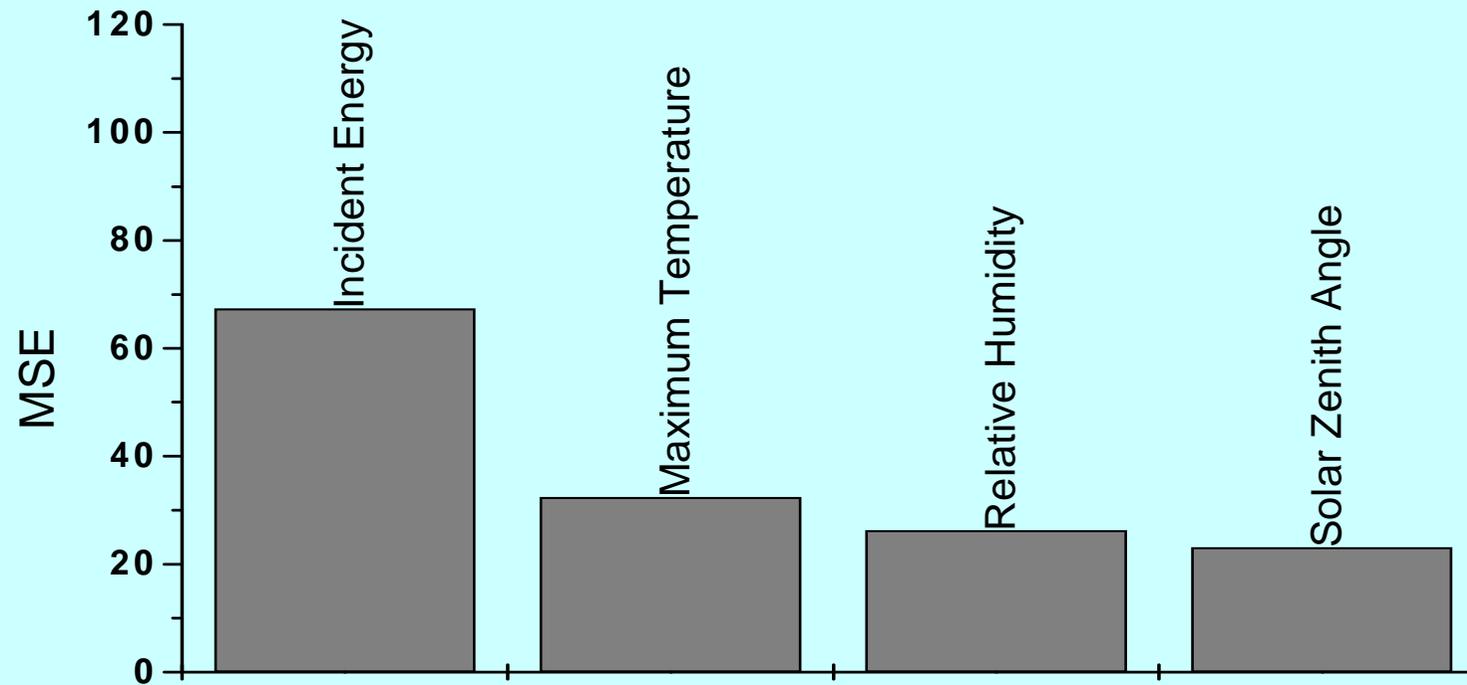
Eficiencia de los módulos [%]

Temperatura máxima de los módulos [C]

ENERGÍA DIARIA GENERADA POR UN MÓDULO FOTOVOLTAICO



CONTRIBUCIONES DE LAS VARIABLES AL ERROR MEDIO CUADRÁTICO



BASE DE DATOS CORRELACIONADOS

DATOS DE ENTRADA:

Heliofanía [horas]

Angulo mínimo diario del sol al cenit “ θ ” [Ec.Hartman]

Angulo del sol al panel “ β ” [$\beta = \theta - \alpha$]

Duración del día [horas]

Temperatura máxima ambiente [C]

Humedad relativa ambiente mínima [%]

Presión atmosférica mínima [hPa]

Velocidad del viento [km/h]

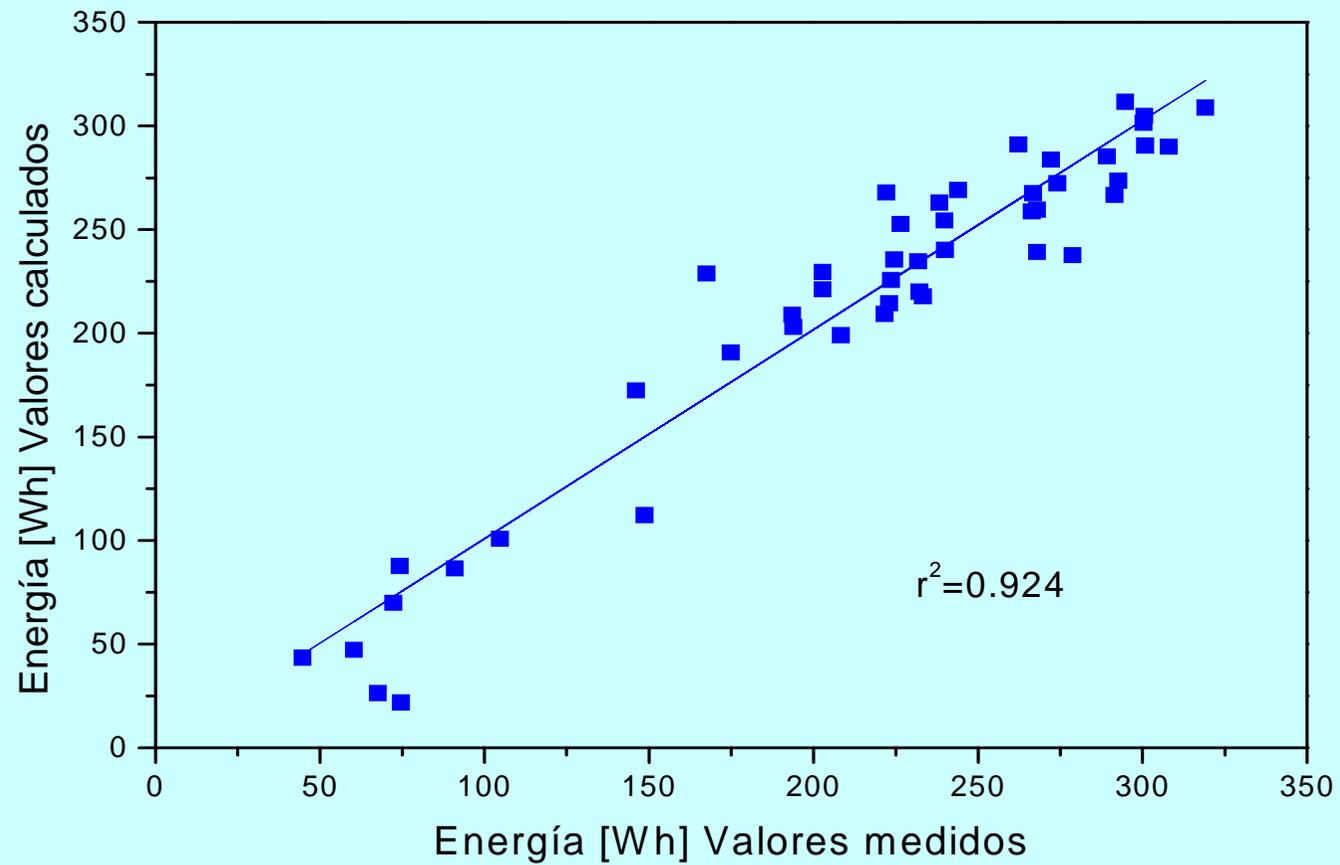
DATOS DE SALIDA (Valores Diarios):

Energía generada por los módulos fotovoltaicos [Wh]

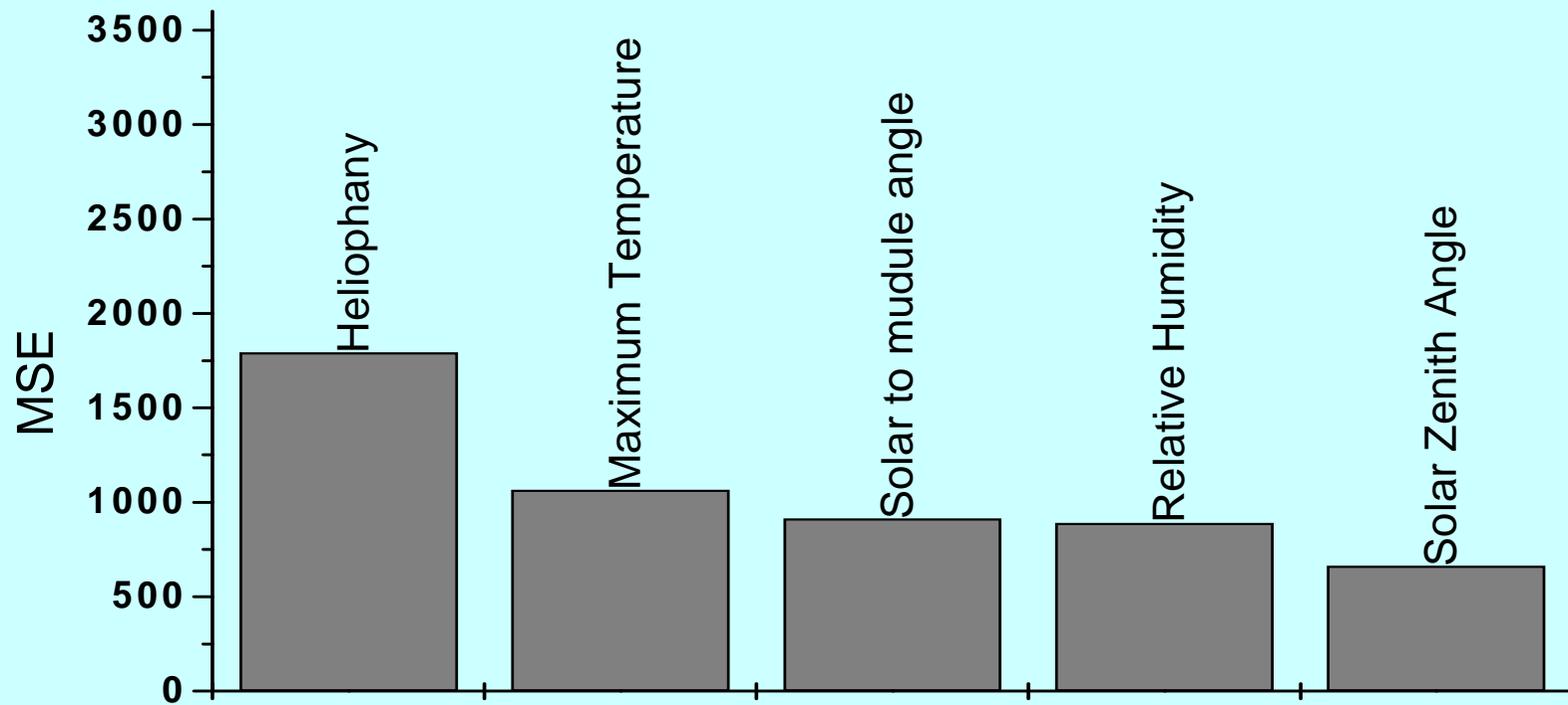
Eficiencia de los módulos [%]

Temperatura máxima de los módulos [C]

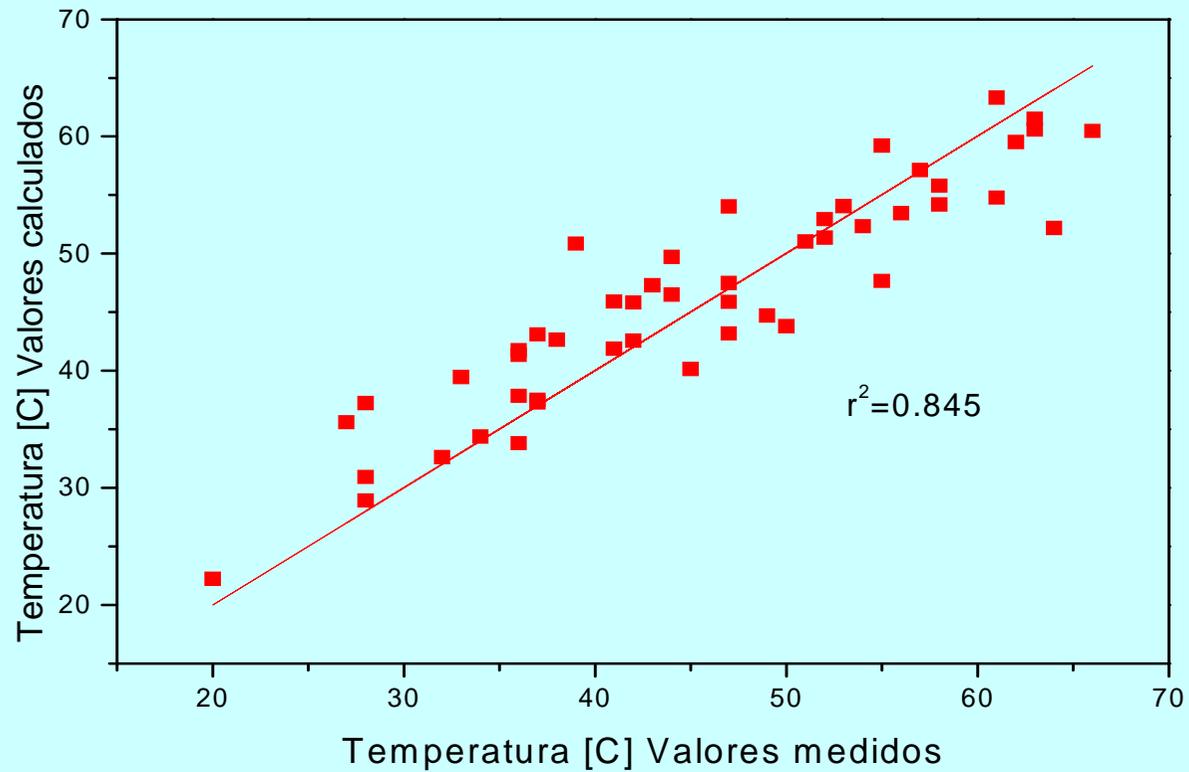
VALORES DIARIOS DE ENERGÍA CALCULADOS



CONTRIBUCIONES DE LAS VARIABLES AL ERROR MEDIO CUADRÁTICO



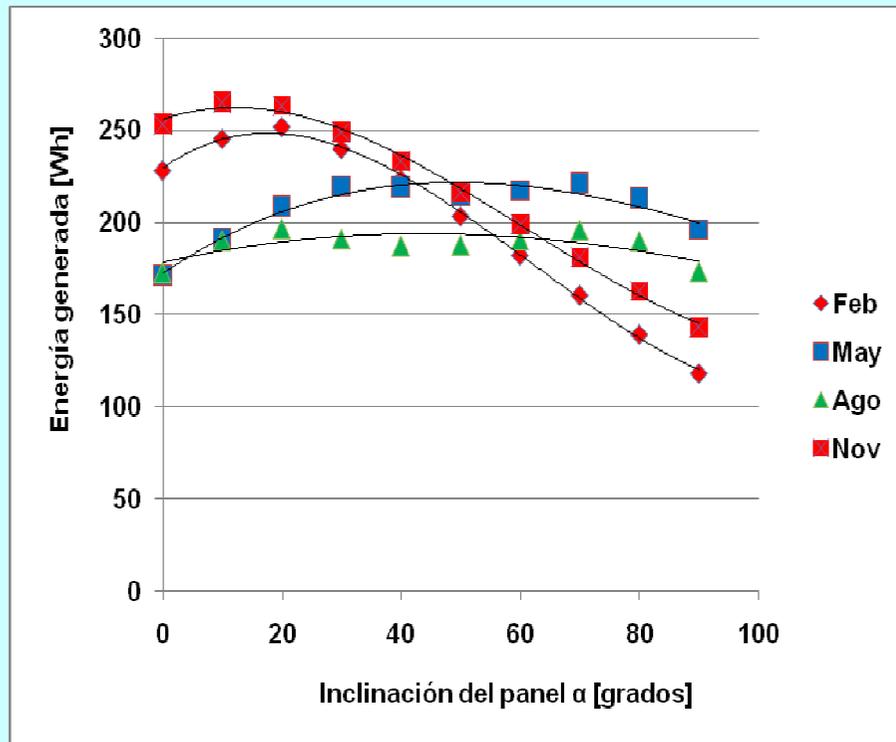
VALORES DIARIOS DE TEMPERATURA DE MÓDULOS CALCULADOS



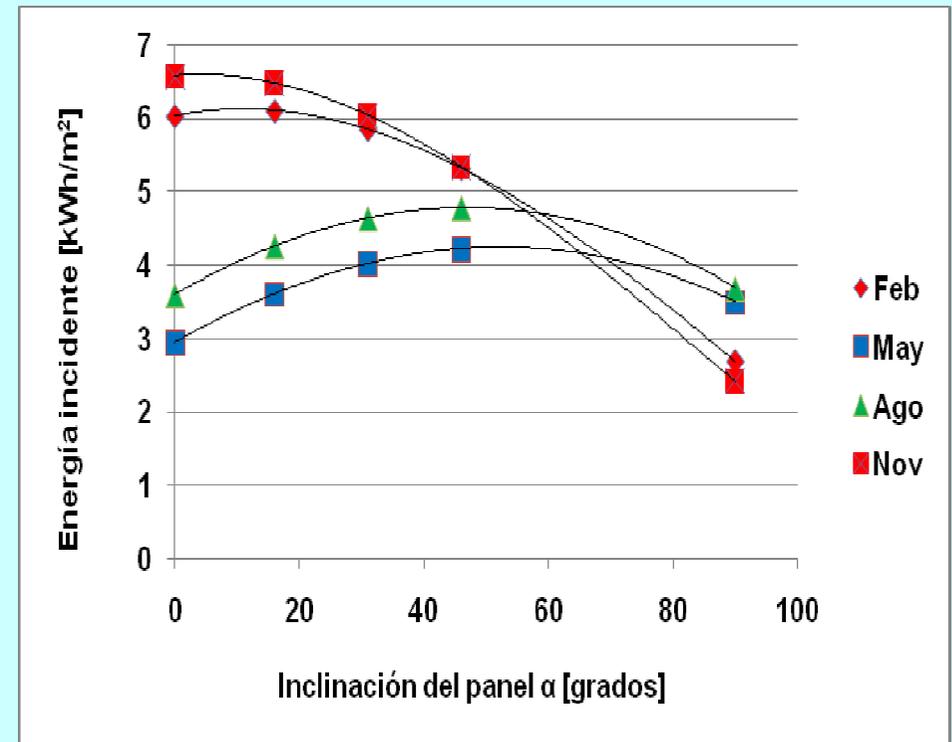
VALORES PROMEDIOS PARA LOS PERÍODOS DE VALIDACIÓN MEDIDOS

	Medidos	Calculados	Diferencia %
Energía generada [Wh]	209.0	213.2	2.0
Eficiencia [%]	12.03	12.02	0.1
Temperatura máxima del panel [C]	45.6	46.3	1.5

PROMEDIO MENSUAL DE LOS VALORES DIARIOS DE ENERGÍA GENERADA

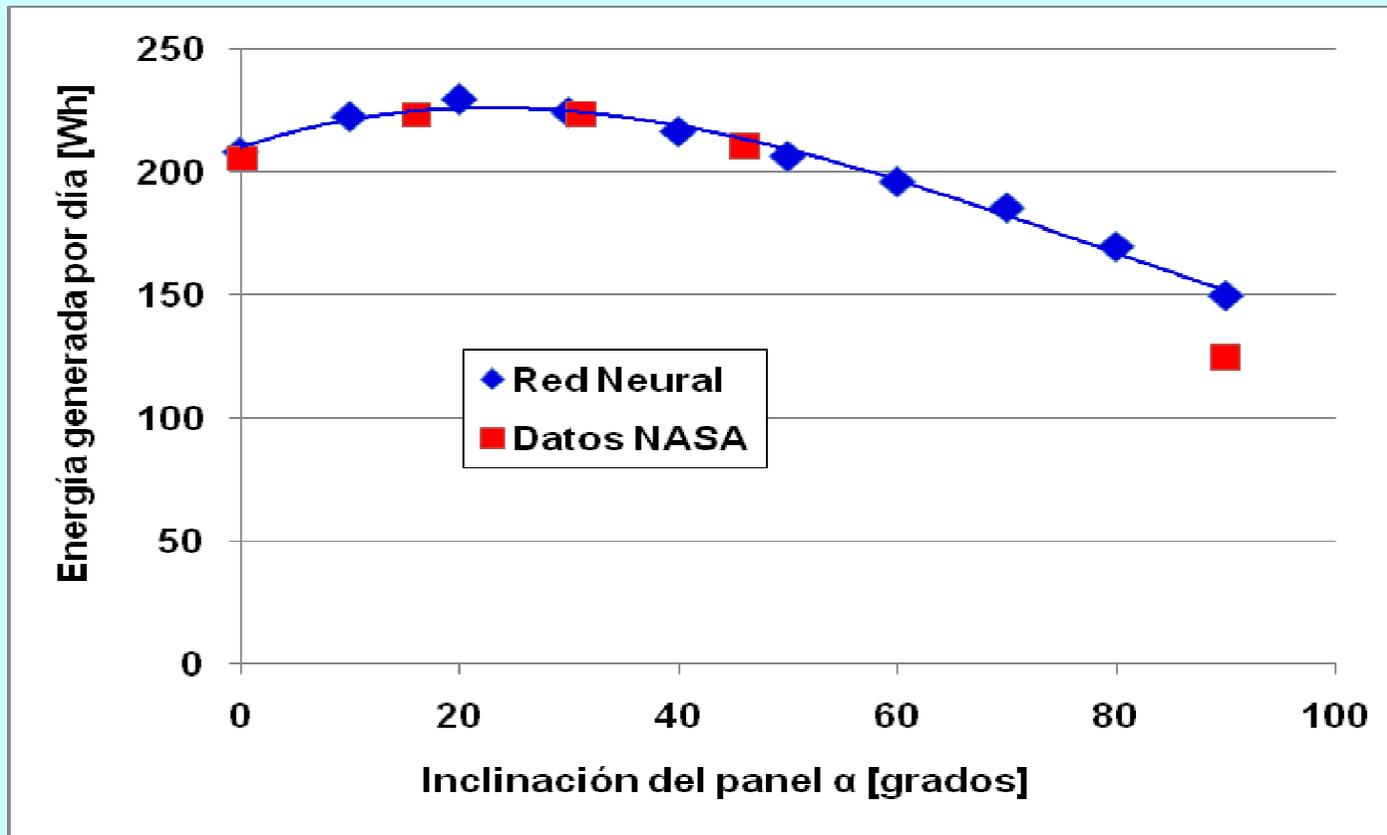


Calculados por la Red Neural



Datos tomados de la NASA

PROMEDIO ANUAL DIARIO DE ENERGÍA GENERADA PARA DIFERENTES ÁNGULOS DE INCLINACIÓN DE LOS MODULOS



Ángulo óptimo para máxima generación anual: **Red Neural 23°** , **Datos NASA 29°**

CONCLUSIONES

Con la utilización de una red neural se logró encontrar una buena estimación de la energía generada, la eficiencia y la temperatura máxima de trabajo en paneles fotovoltaicos, conociendo su ubicación geográfica, la heliofanía y parámetros del clima como temperatura, humedad relativa ambiente, presión atmosférica y velocidad del viento, datos generalmente suministrados por las múltiples estaciones del Servicio Meteorológico Nacional . Los resultados hallados permiten afirmar que, aún cuando los datos de la *radiación solar directa y difusa no sean conocidos*, las redes neurales pueden utilizarse para evaluar a priori la disponibilidad del recurso solar y la energía eléctrica que puede ser generada por una instalación fotovoltaica y también definir el ángulo óptimo de instalación de los paneles respecto de la horizontal.



- **MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

- **“AGUYJETEREI PEEME”**

E-mail: rbuitre@intec.unl.edu.ar