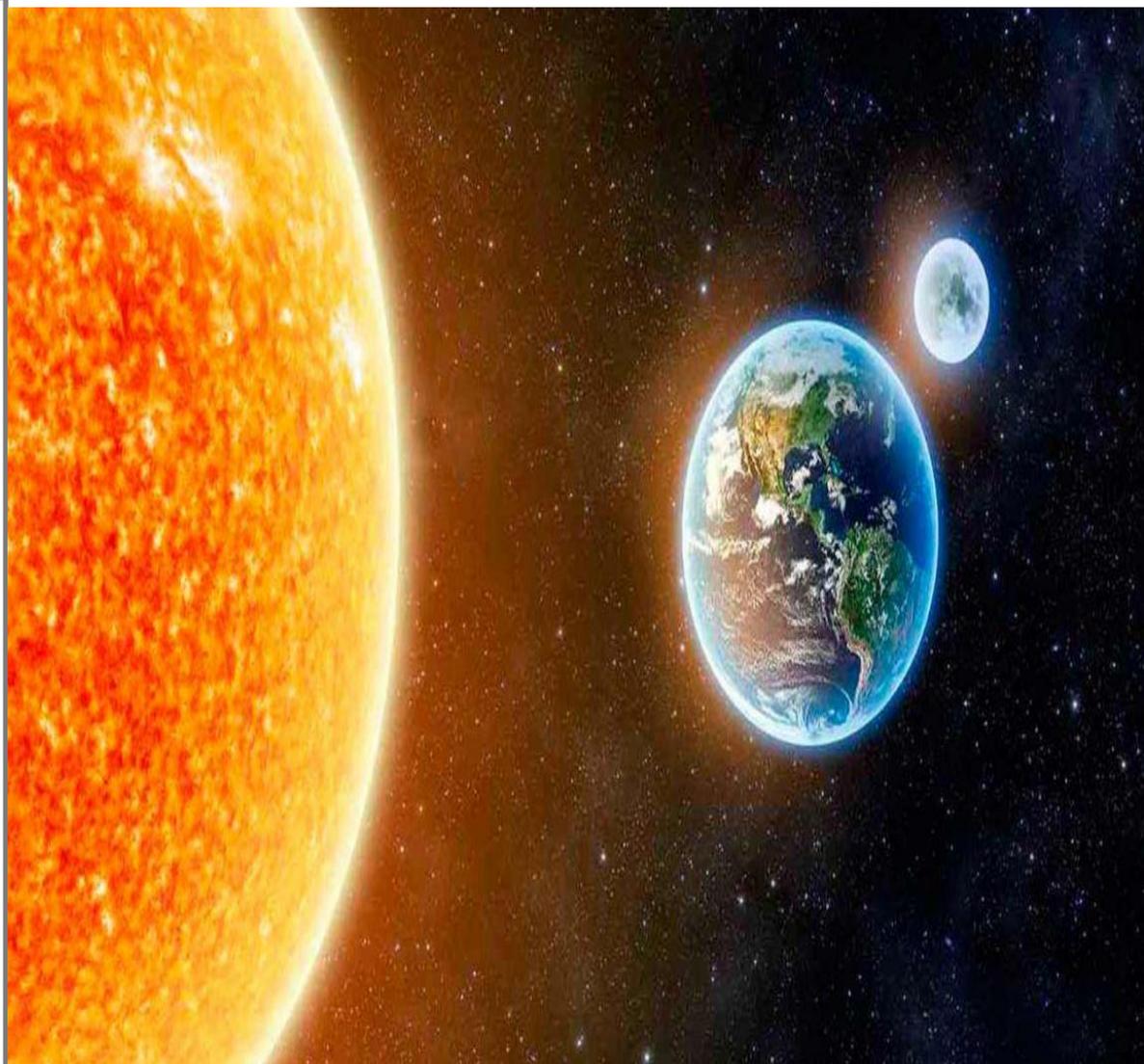


EL SOL: LA FUENTE DE ENERGIA DE LA TIERRA

Ing. Elbio M. Woeffray



Organización:

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA FEDERAL DEL URUGUAY

ciccer

RAM
RECURSOS AMBIENTALES Y ENERGÍA

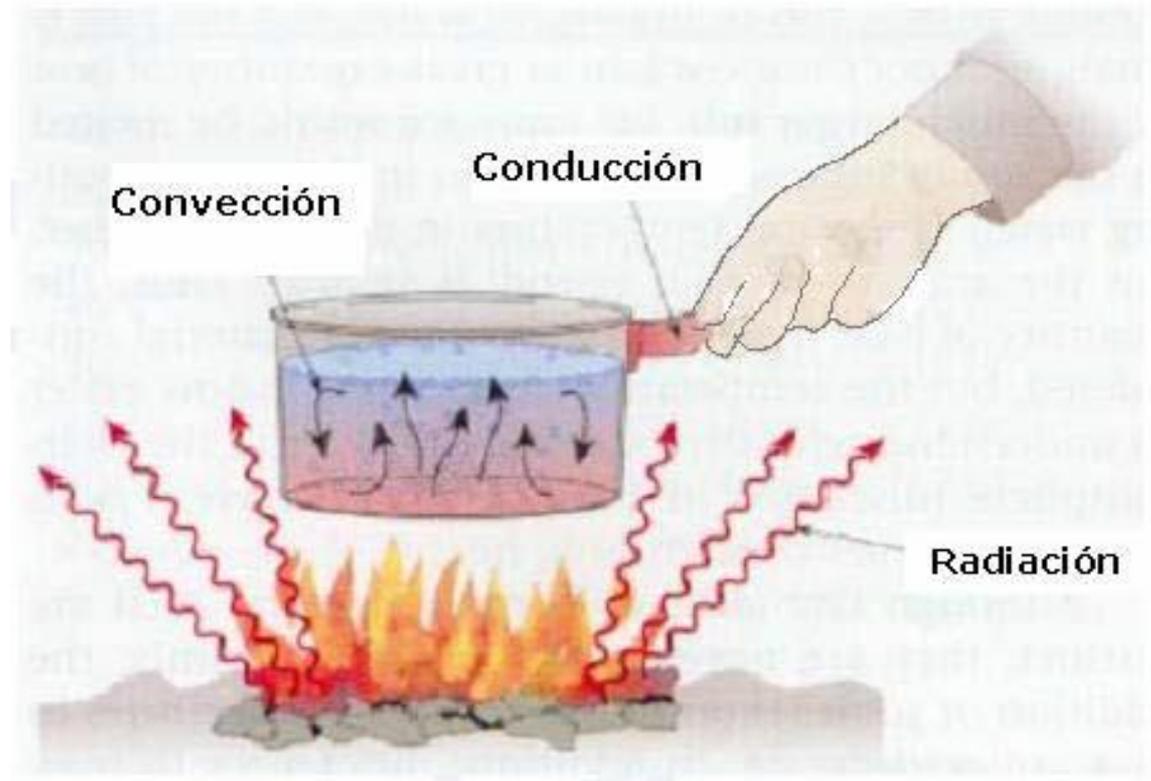
RADIACION SOLAR

LA RADIACION SOLAR MEDIA ANUAL ES DE 1,353 Kw/m² MEDIDA EN EL ESPACIO SOBRE LA TIERRA.

LA RADIACION SOLAR QUE LLEGA A LA TIERRA SE REDUCE EN UN 25 % AL PASAR POR LA ATMOSFERA TERRESTRE.

UNA PERSONA NECESITA 10 Kw/dia PARA SU DEMANDA. ALCANZA PARA DIEZ VECES LA POBLACION ACTUAL.

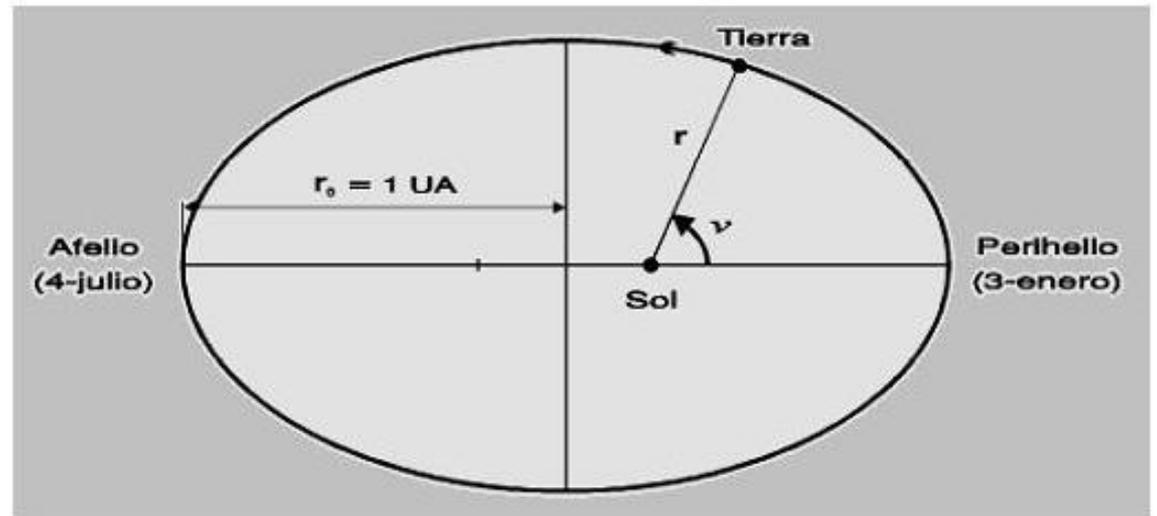
Formas de transmisión



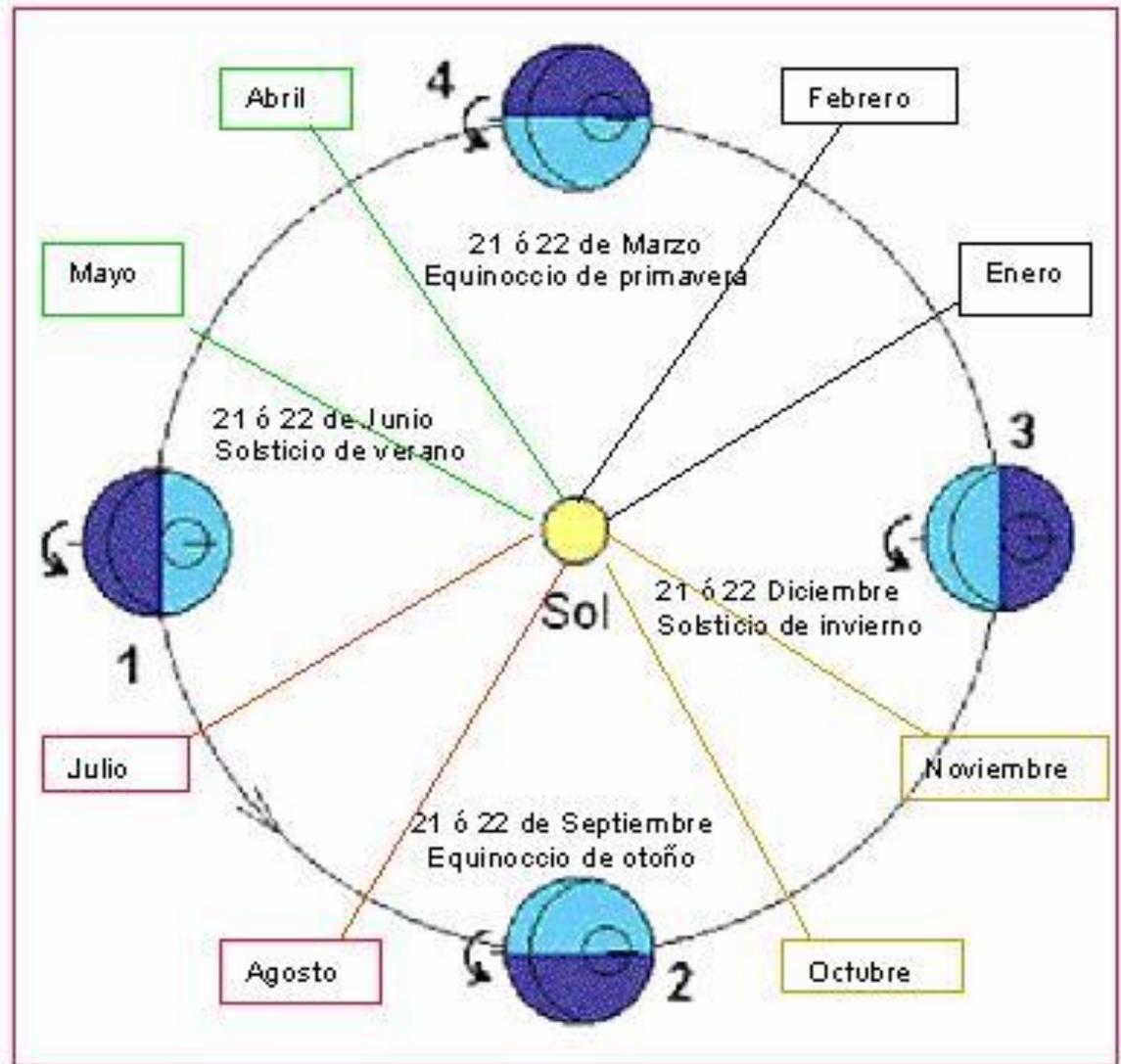
El sol, fuente de calor



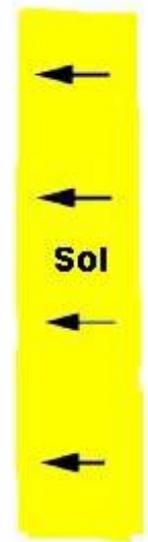
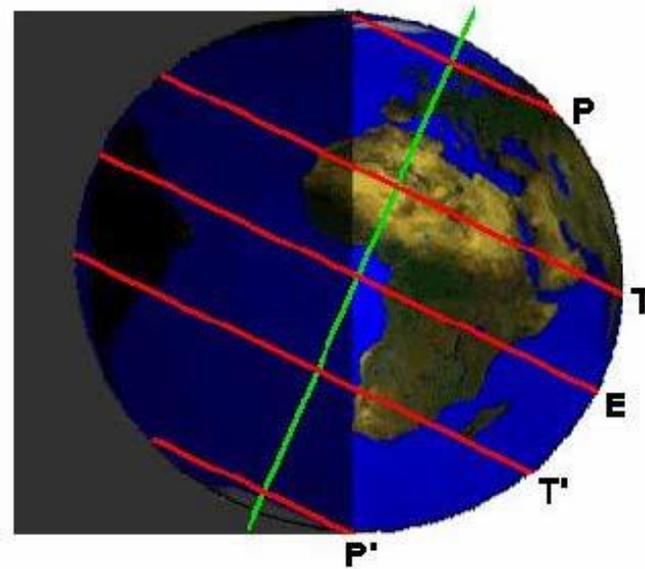
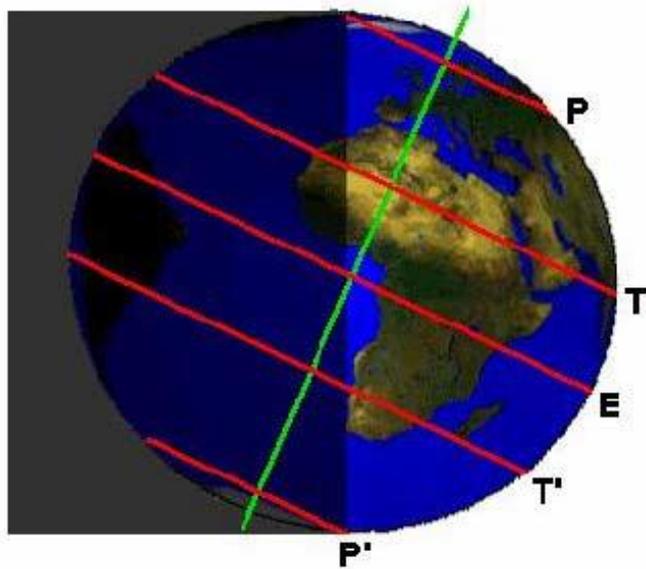
translación alrededor del sol



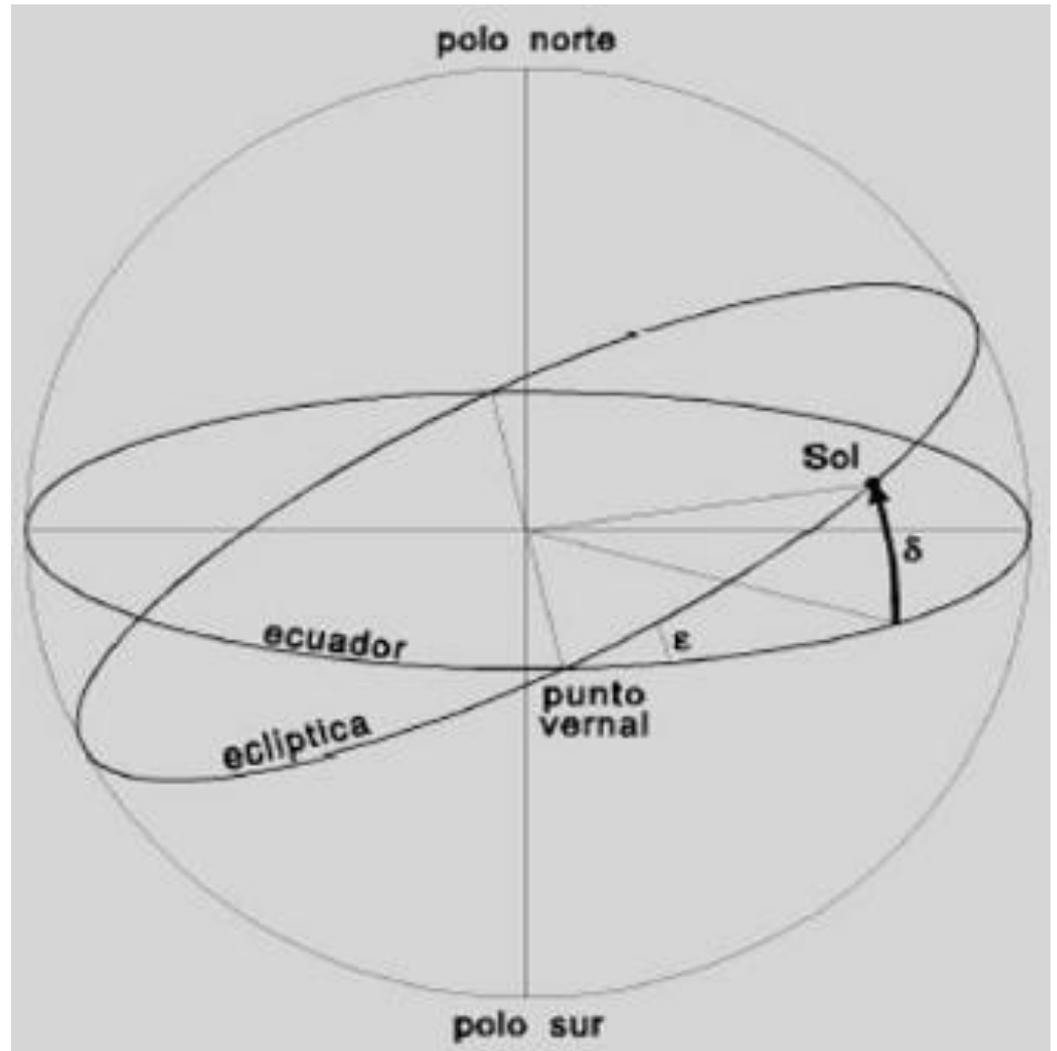
La rotación y las estaciones.



Oblicuidad de la eclíptica. 23° 27 'min



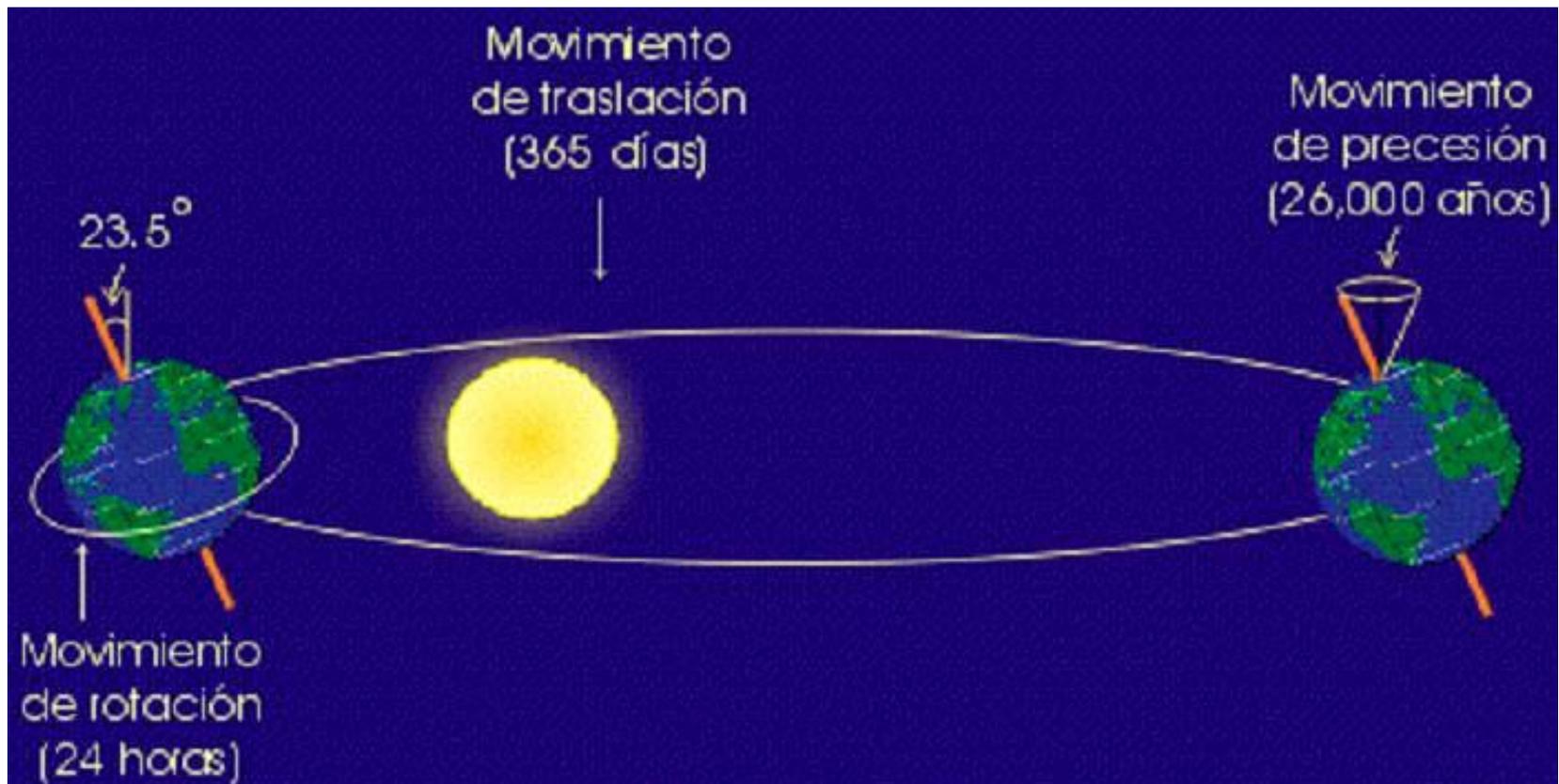
ANGULO DE LA ECLIPTICA



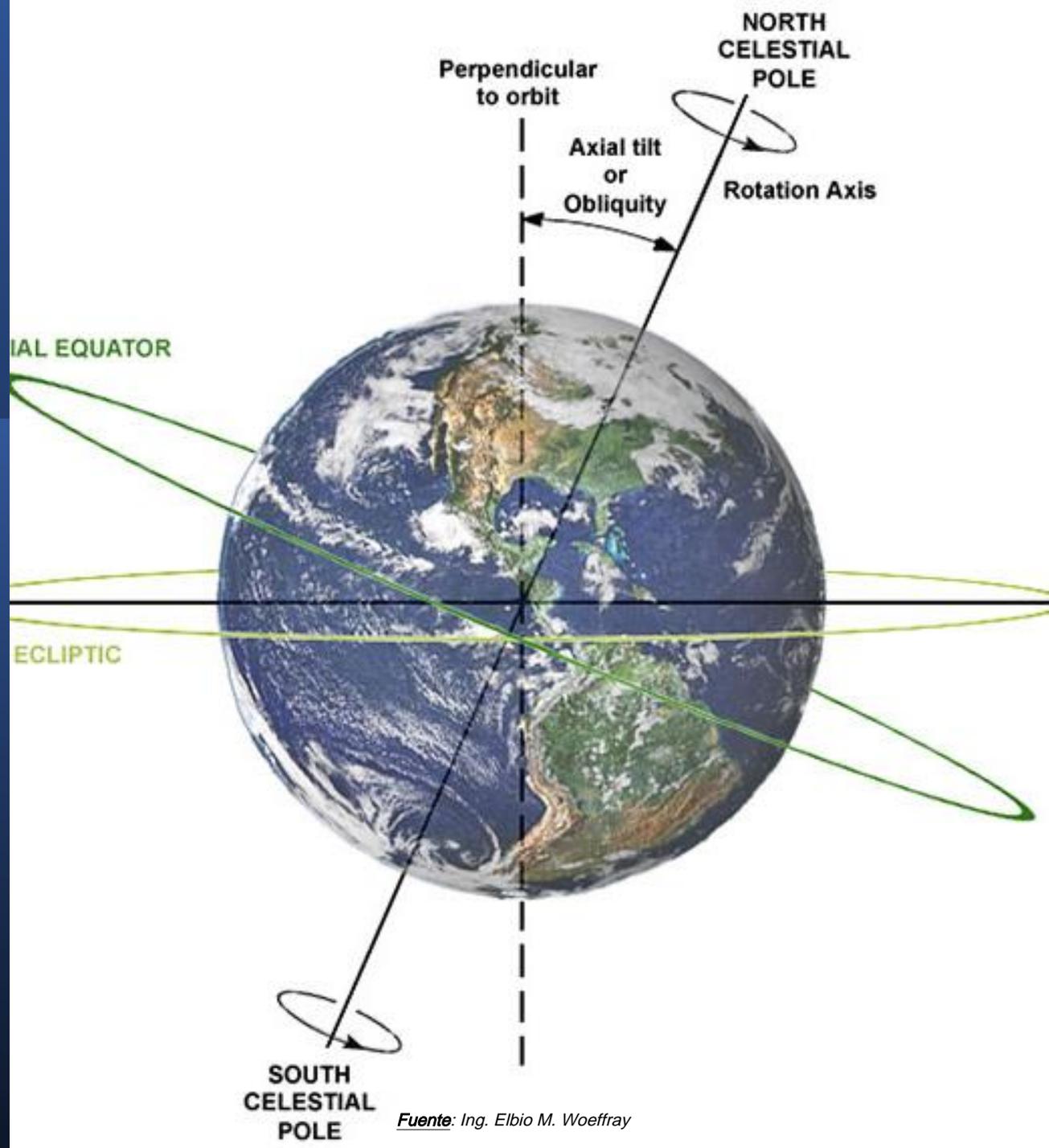


Oblicuidad de la ecliptica

Resumen de movimientos terrestres



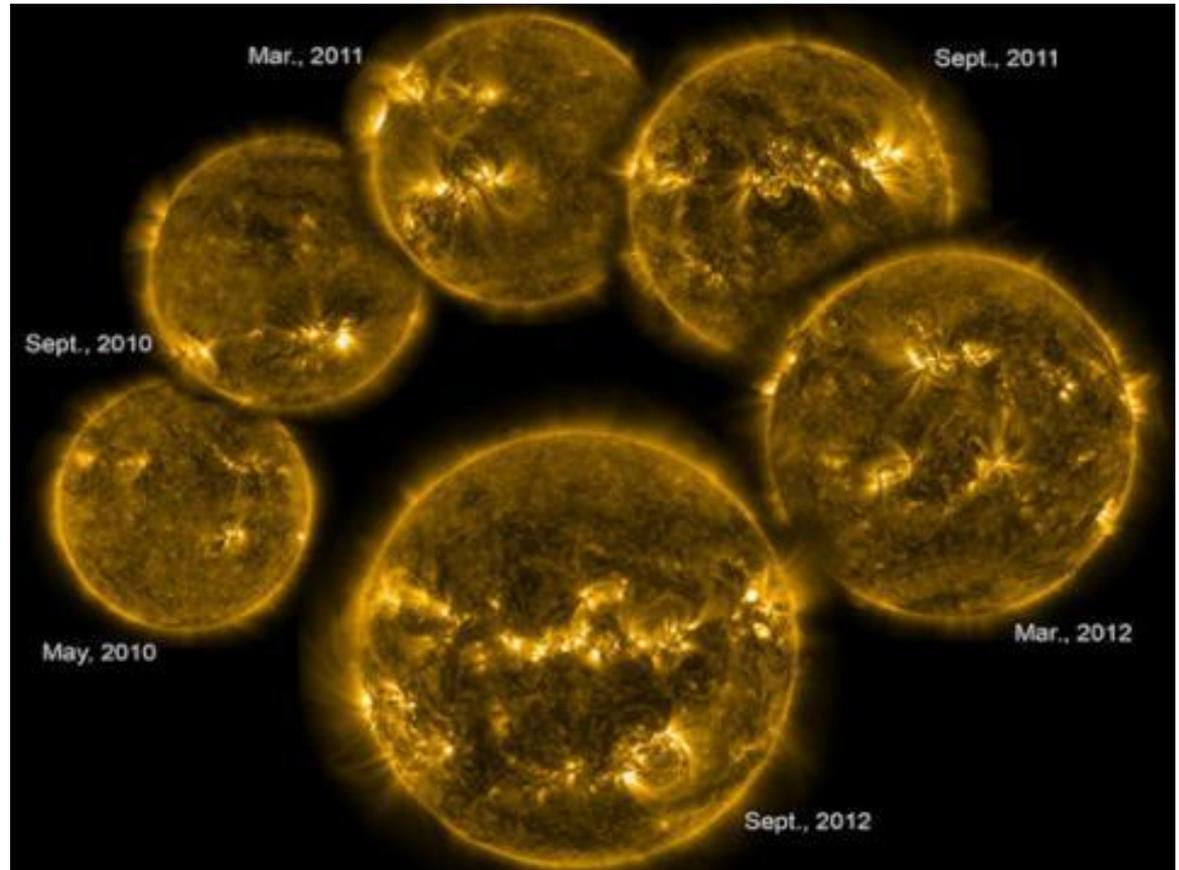
LA NUEVA
OBLICUIDAD:
28 ° 30 min?



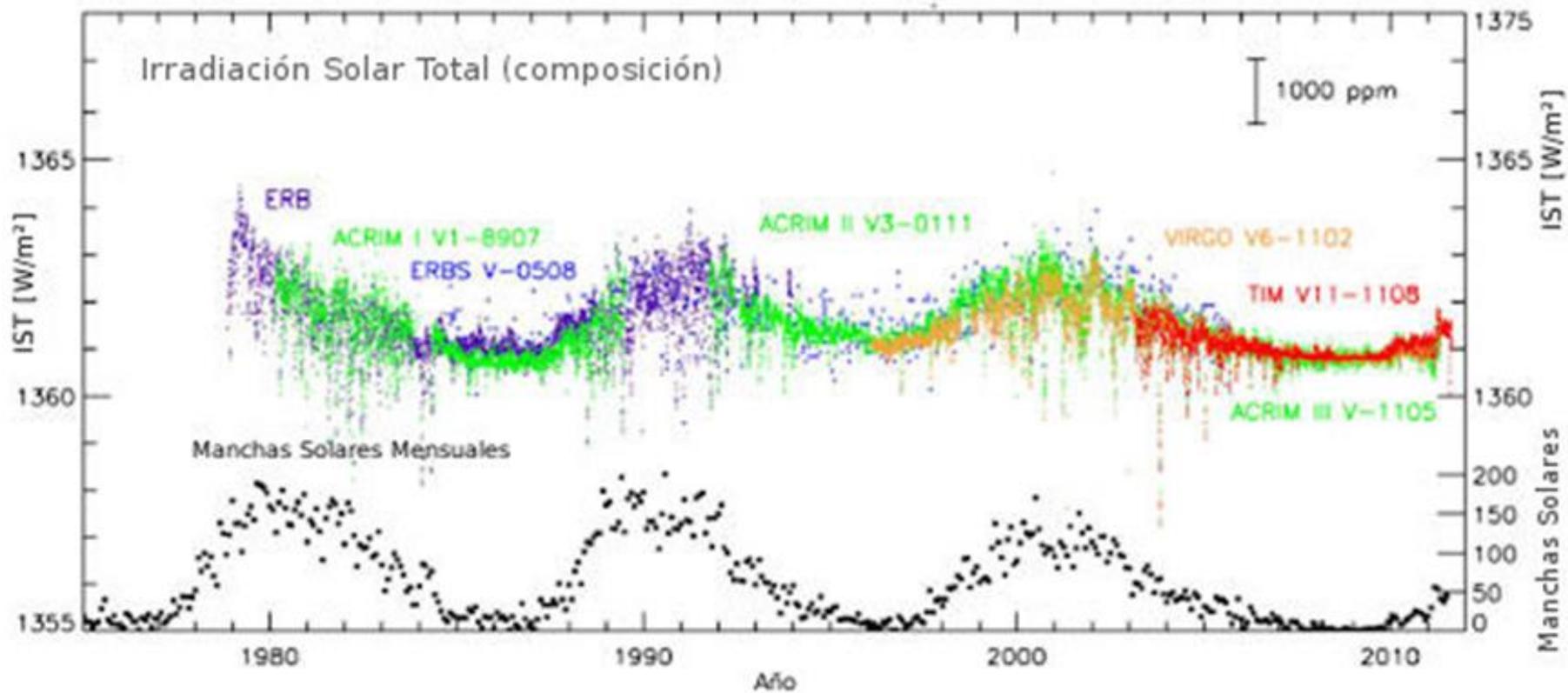
La tierra es
cada vez mas
ancha en el
ecuador,
mide 20 km
mas que los
polos.



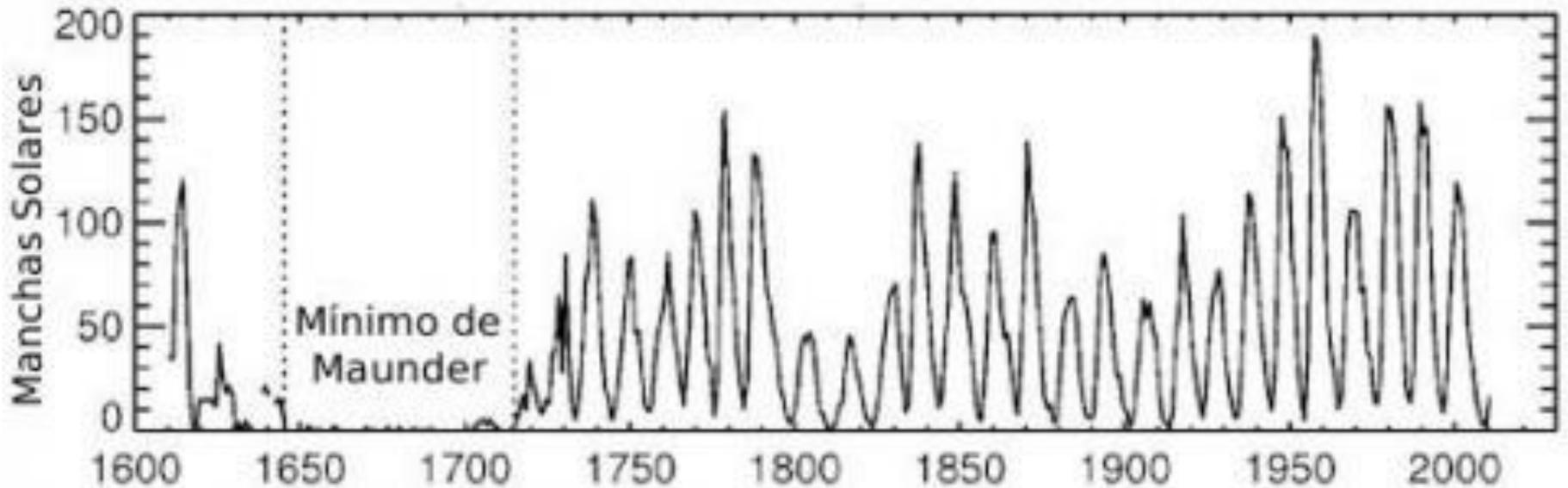
EL PROBLEMA DE LAS MANCHAS SOLARES



CICLOS SOLARES CADA 11 AÑOS



MINIMO DE MAUNDER

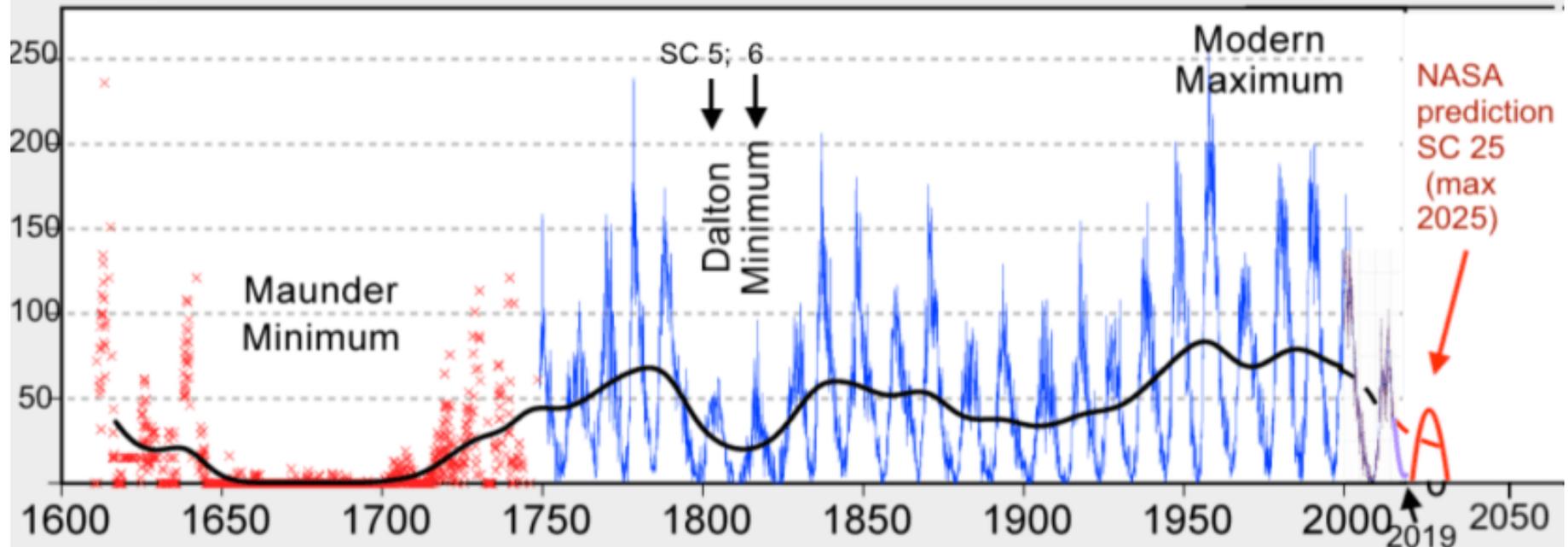


EL RIO TAMESIS EN 1608

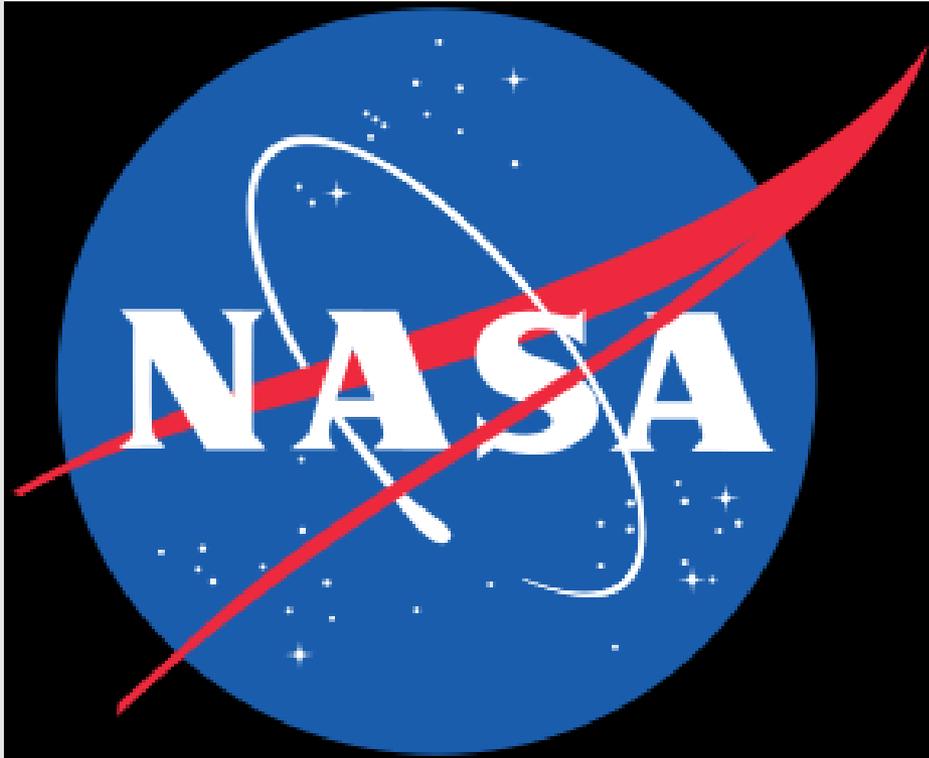


ADONDE VAMOS?

NASA prediction Solar Cycle 25

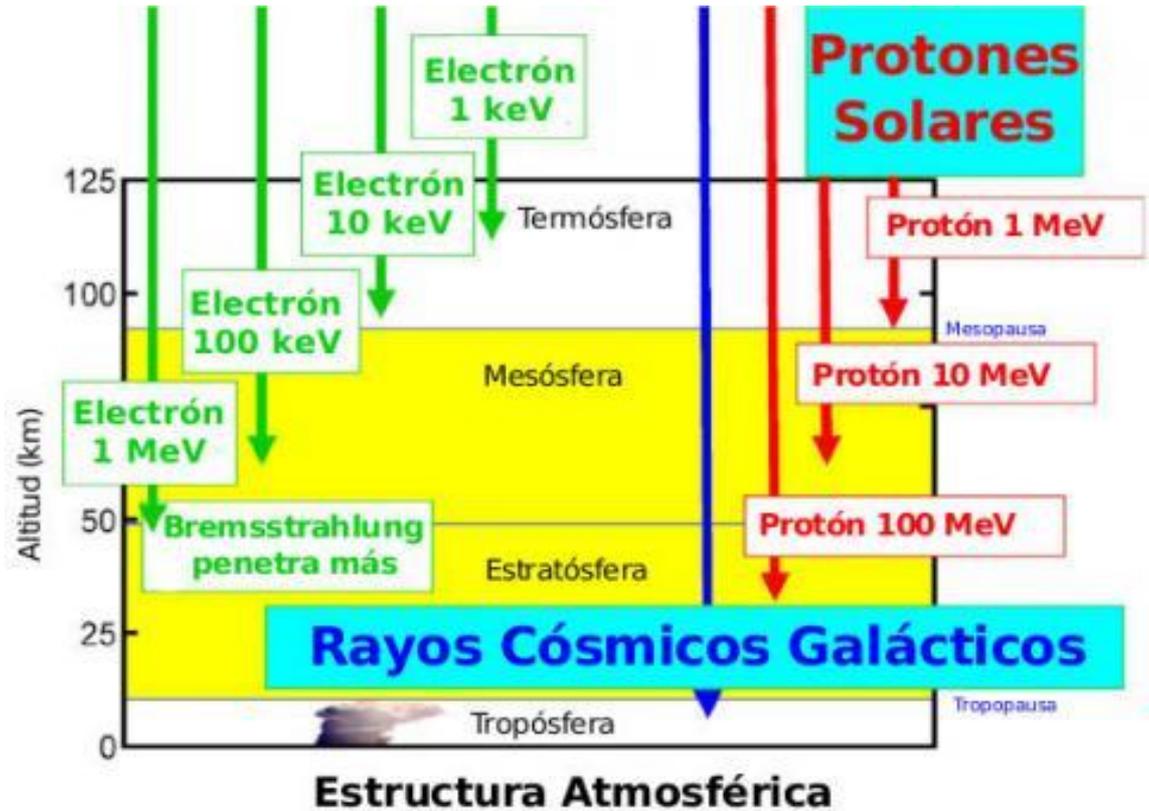


EFECTOS DE LA VARIABILIDAD SOLAR EN EL CLIMA DE LA TIERRA

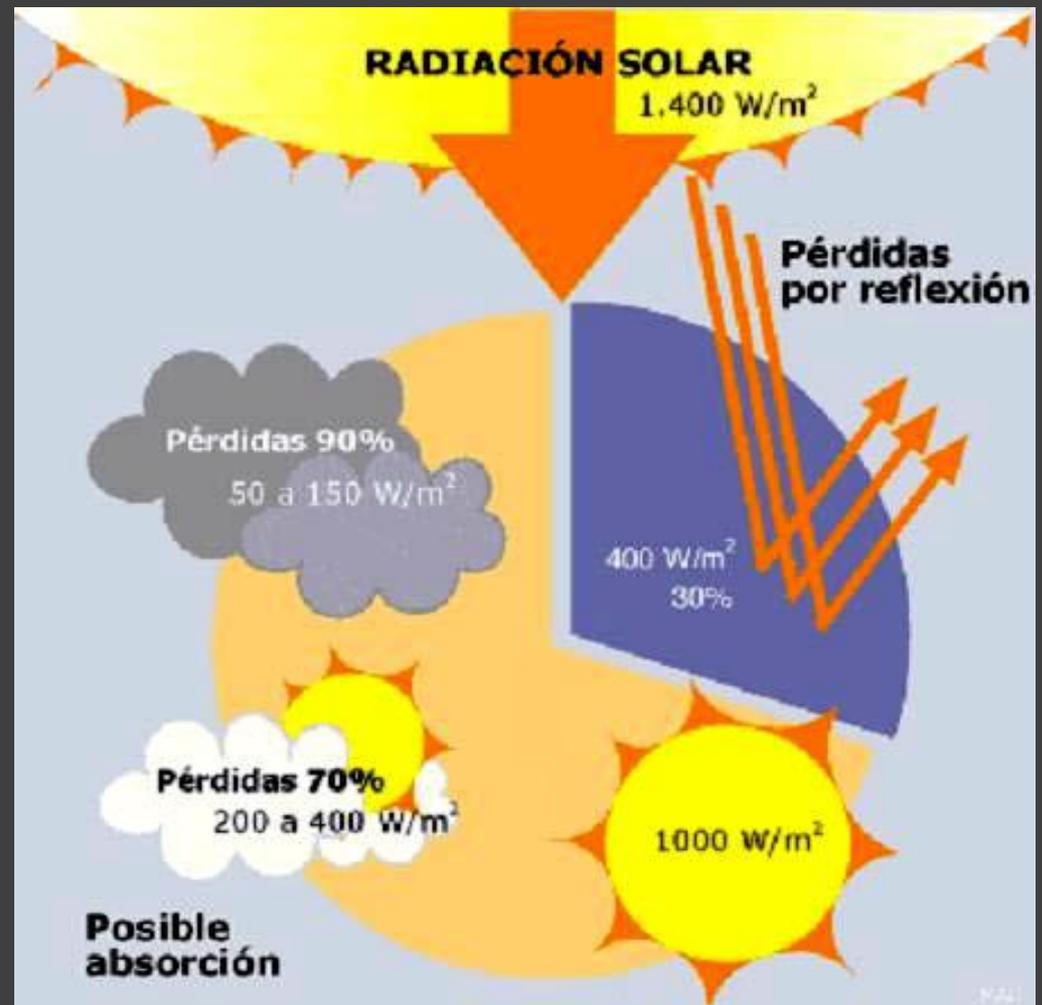


- El informe completo, denominado: "The Effects of Solar Variability on Earth's Climate" ("Los Efectos de la Variabilidad Solar sobre el Clima Terrestre"), puede consultarse (en idioma inglés) en la página de National Academies Press en: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13519.

ENERGIA DEL SOL

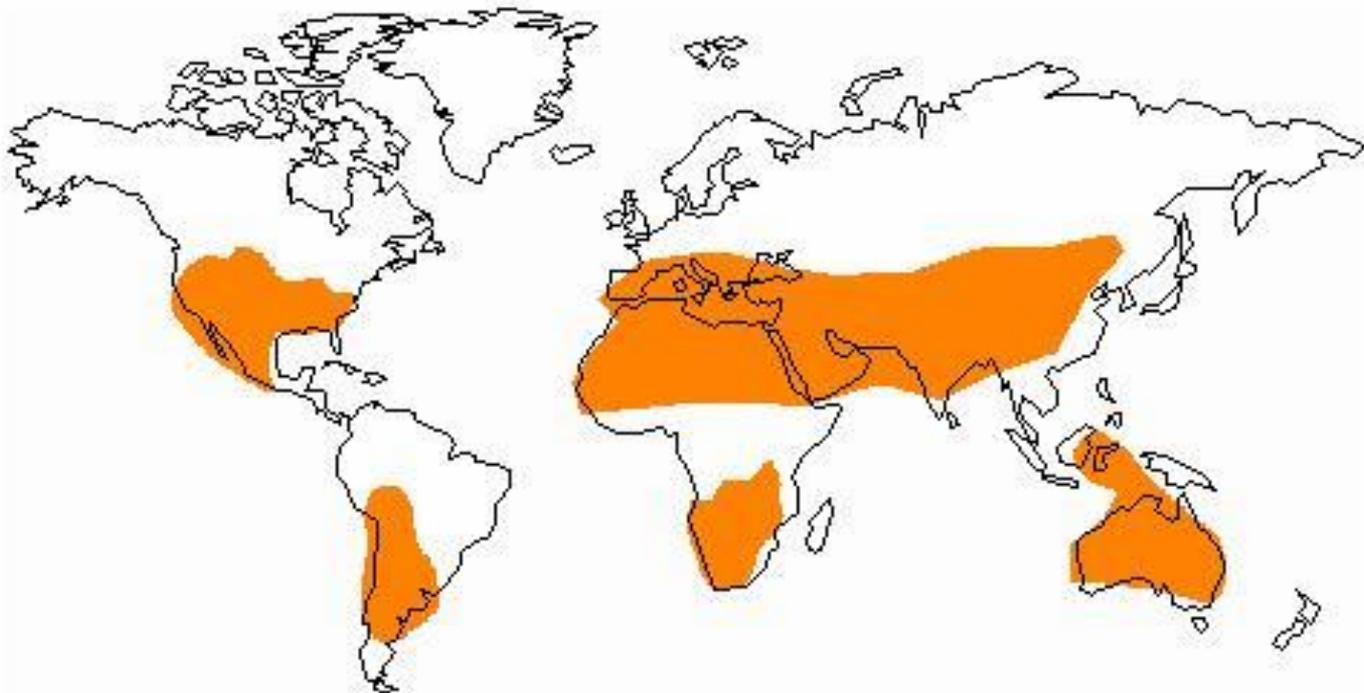


ENERGIA
ABSORBIDA:
1 Kw/m²

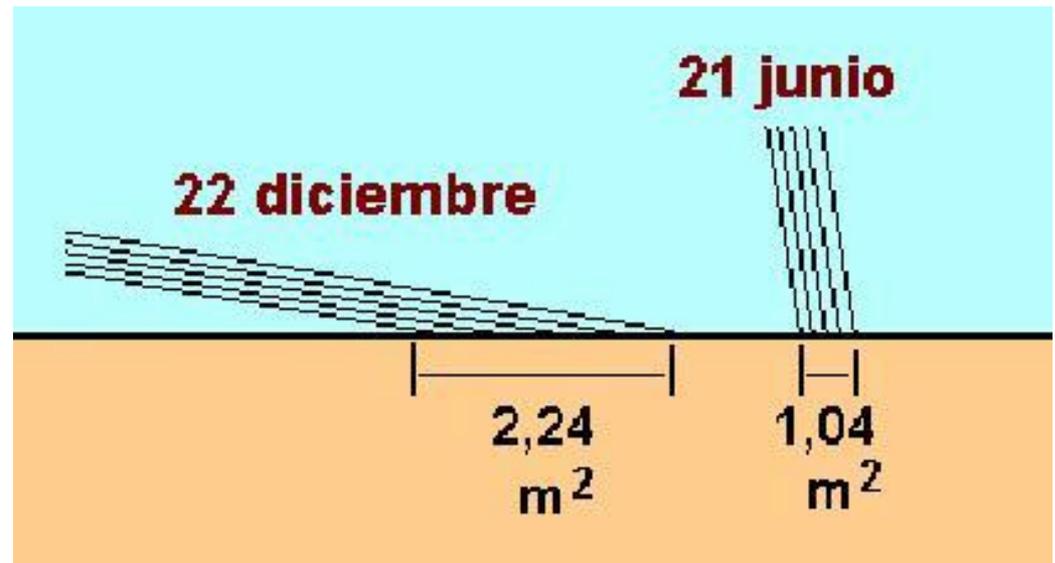


La radiación solar en el mundo

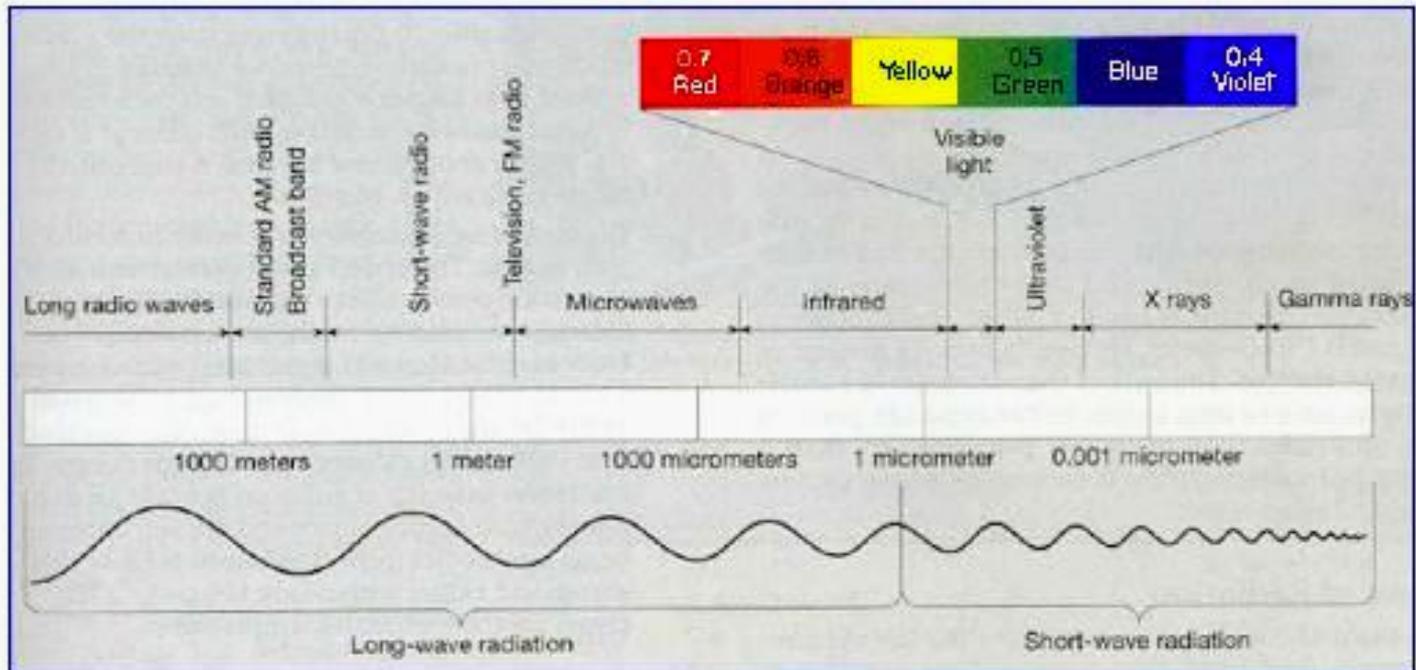
Áreas de alta insolación



Diferencia de
incidencia de
la radiación
según la
época del
año
hemisferio
norte.



Espectro de emisión del sol



Onda larga (frecuencias bajas)

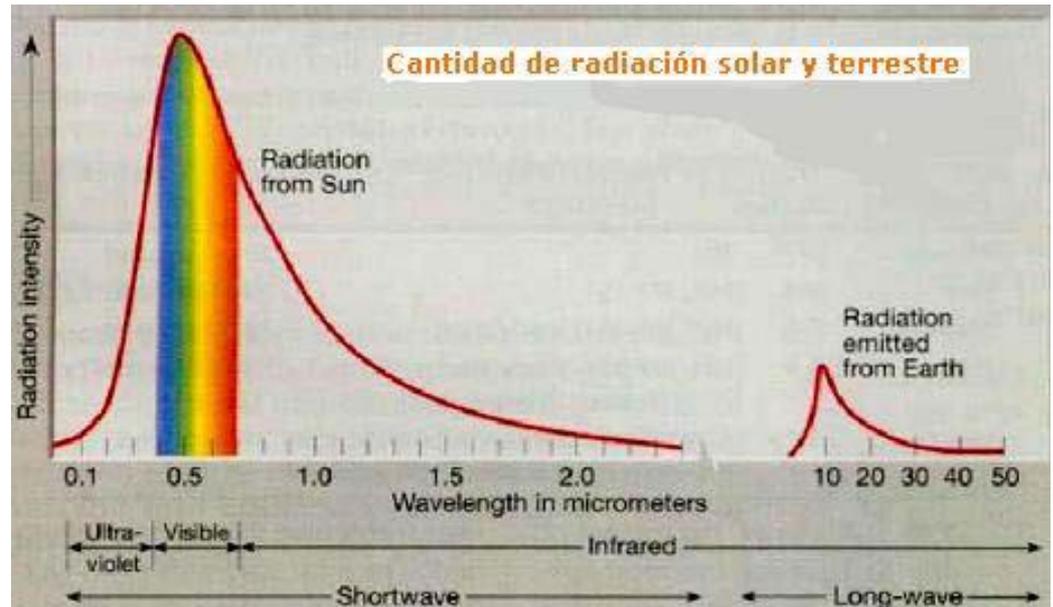


Onda corta (frecuencias altas)

Longitudes de onda

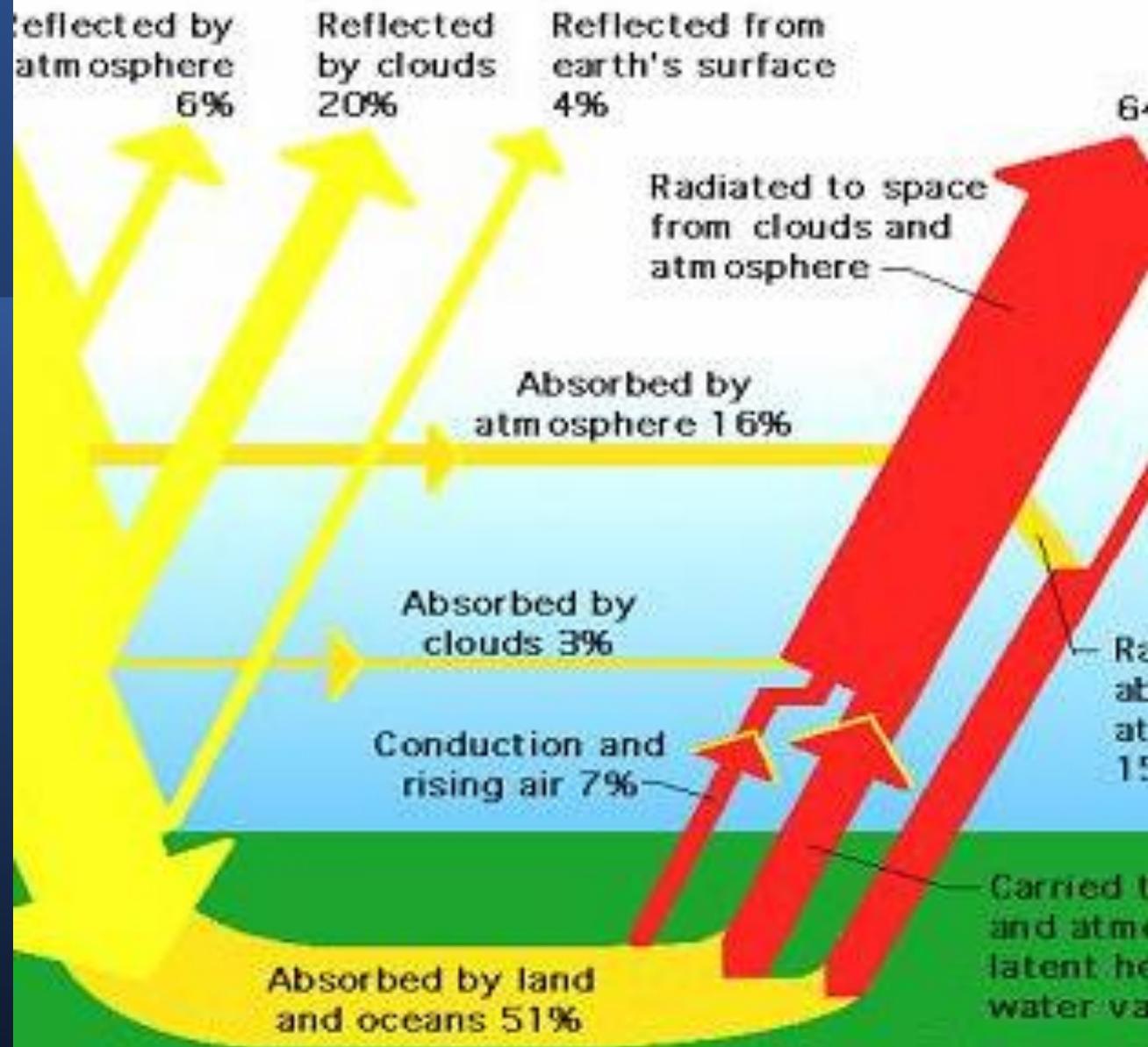
Color	λ (μm)
Ultravioleta	< 0.35
Violeta	0.4
Azul	0.45
Verde	0.5
Amarillo	0.55
Naranja	0.6
Rojo	0.7
Infrarrojo	> 0.75

Bandas de radiación



Balance de energía en la Tierra

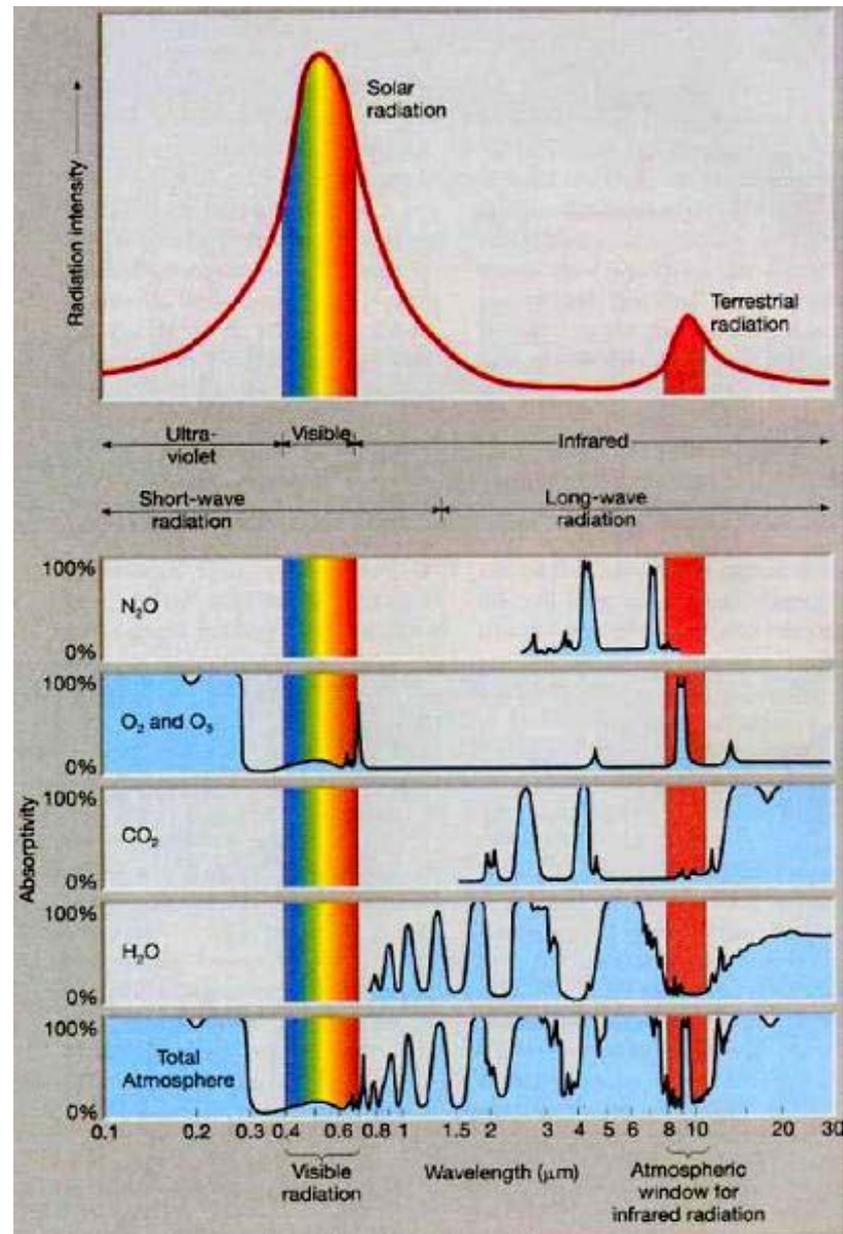
Balance de energía



Reflexión solar = albedo

SUPERFICIE	ALBEDO %
Nieve fresca	80-85
Arena	20-30
Pasto	20-25
Bosque	5-10
Suelo seco	15-25
Agua (sol cerca del horizonte)	50-80
Agua (sol cerca del cenit)	3-5
Nube gruesa	70-80
Nube delgada	25-30
Tierra y atmósfera global	30

Absorción de la radiación x gases atmosféricos



Constante solar I_{cs}

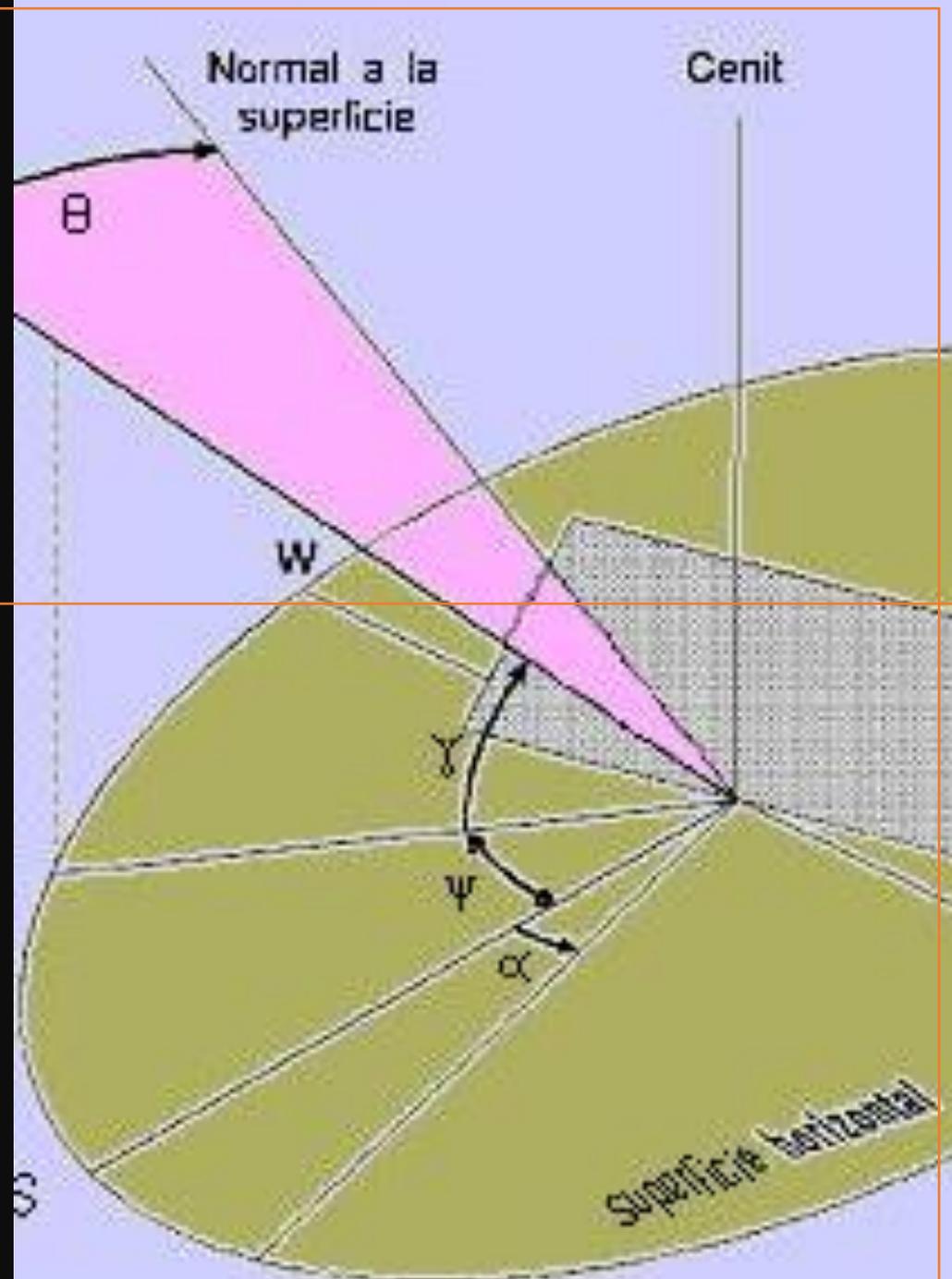
- $I_{cs} = 1.353 \text{ [w} \times \text{m}^2] \times \text{hora}$
que en otras unidades equivale a:
 $I_{cs} = 1.940 \text{ [cal/cm}^2 \times \text{min}] = 4.871$
 $\text{[KJ/(m}^2 \times \text{hr)]}$

TIEMPO CIVIL

- El tiempo civil, TC, también denominado tiempo local medio, es, por definición, el tiempo solar medio aumentado en 12 horas.

La medianoche, entonces anuncia el comienzo de un nuevo día. $TC = TSM + 12$

Angulo de
incidencia de
la irradiación
solar



Medida de la radiación solar

- **Medición de la radiación solar**
- La radiación solar se mide usualmente mediante instrumentos especiales destinados a tal propósito denominados **radiómetros**.
- Existen varias clases de radiómetros, dependiendo del tipo de radiación a medir.
- El instrumento que mide la radiación solar (**radiación global**) recibida desde todo el hemisferio celeste sobre una superficie horizontal terrestre, se llama Piranómetro.
- Este instrumento funciona a través de termopares, los cuales al calentarse producto de la radiación del sol, emiten una pequeña fuerza electromotriz (tensión o milivoltaje) pudiendo ser medida por algún otro instrumento (integrador o datalogger).
- Para obtener la potencia en w/m^2 , se multiplica la tensión del piranómetro por una constante del instrumento.

piranometro.



Fuente: Ing. Elbio M. Woeffray

Pirheliómetro

- Para medir la **radiación solar directa se usa un instrumento** llamado Pirheliómetro. La medición se expresa en unidades de w/m^2 , siendo necesario que esté siempre orientado al sol

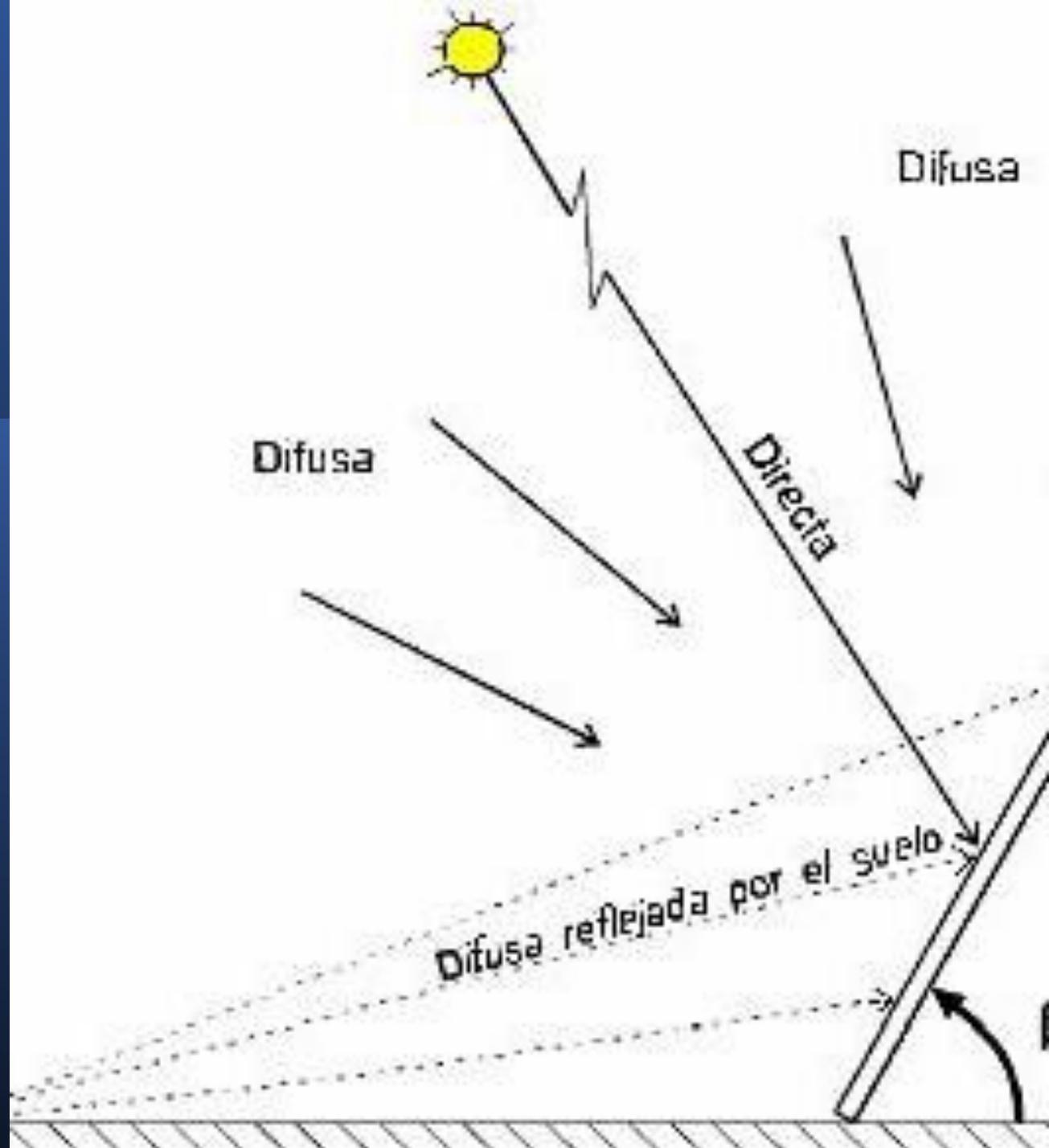
Pirheliómetro

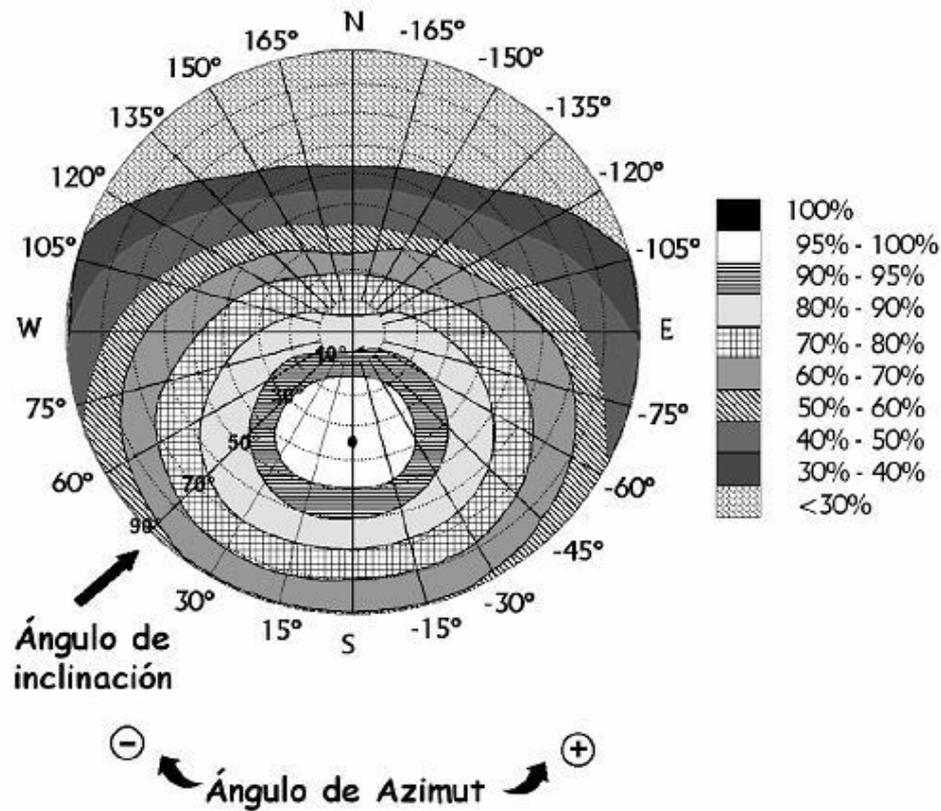


Irradiancia

- La energía incidente sobre una superficie, por unidad de tiempo
- y de área, se denomina **irradiancia, I**, **y se mide normalmente en**
- vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Incidencia
del ángulo
de la
superficie

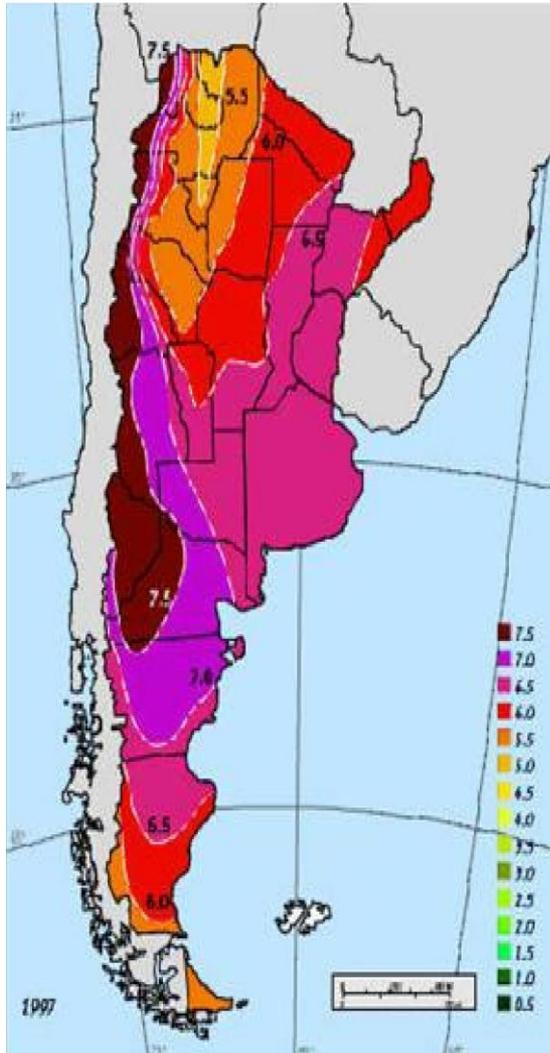




Angulo de inclinación del captador

Irradiación solar

Verano

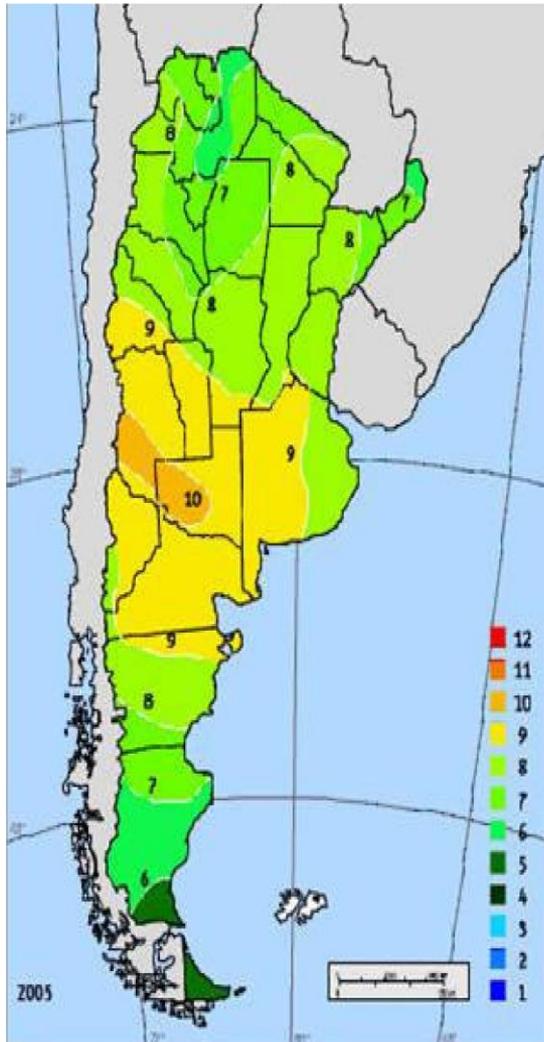


Invierno

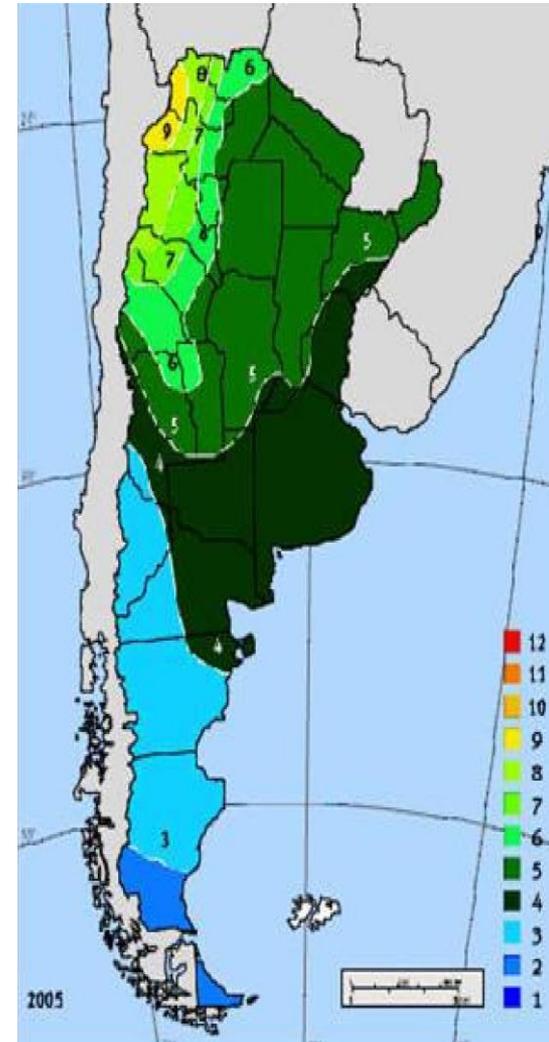


Heliofania, horas de sol x día

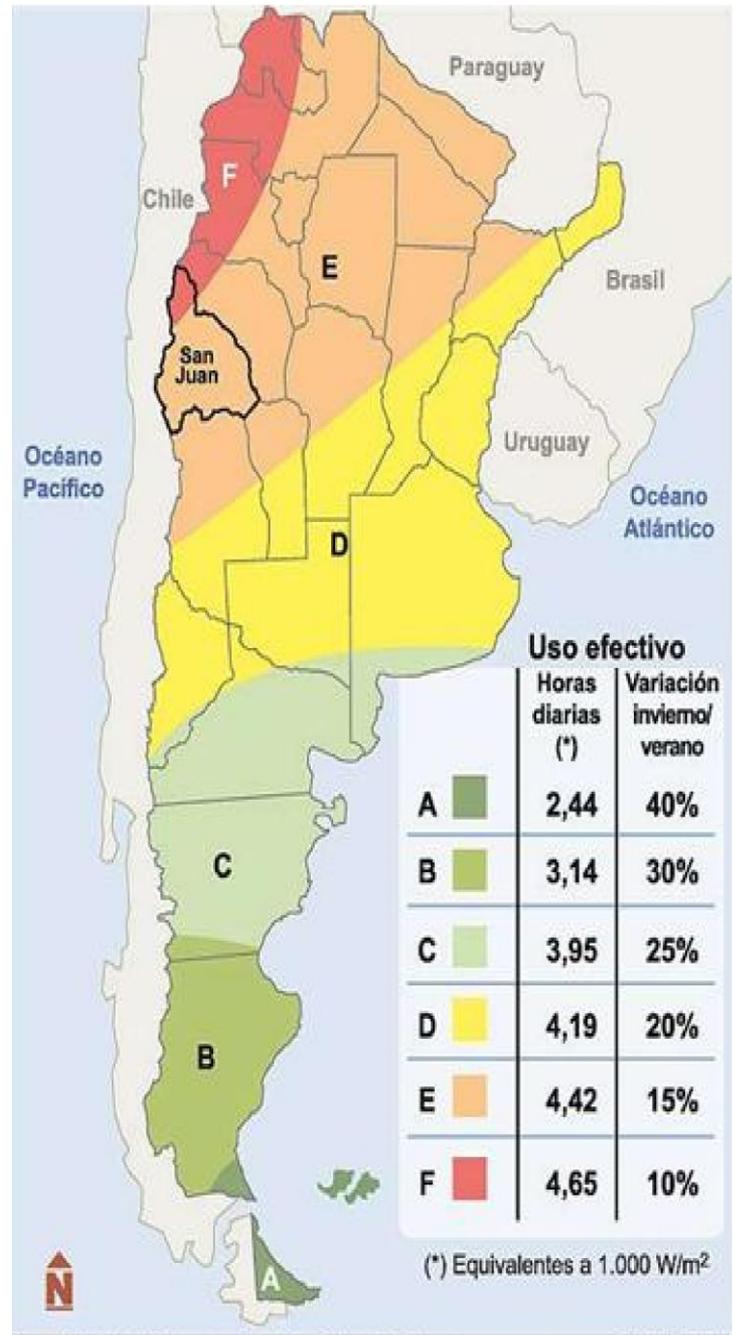
Verano



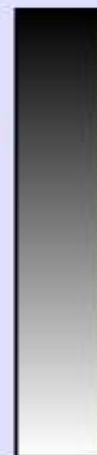
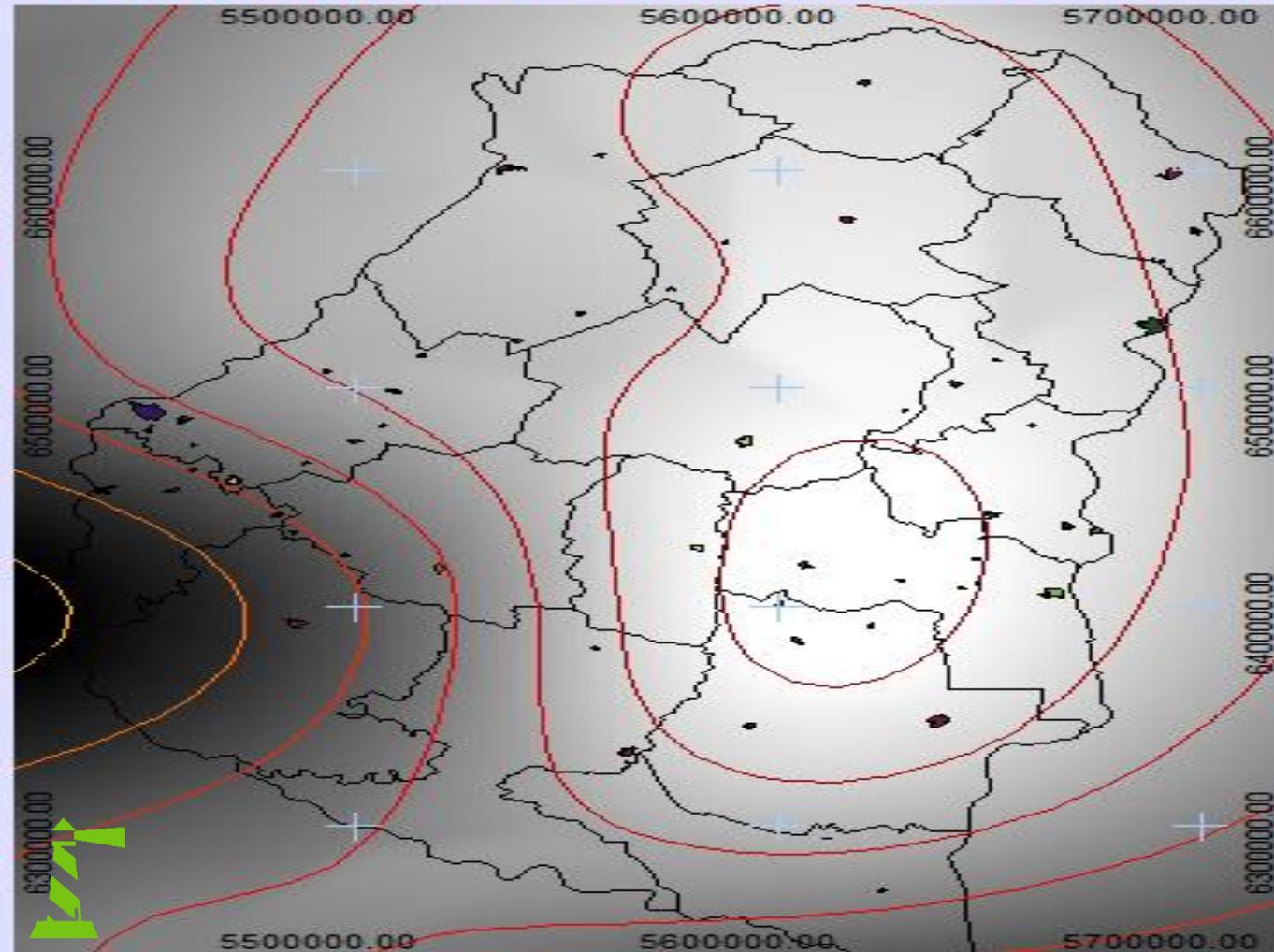
Invierno



Kw reales
captados
1460 kwh pico/año



Energía Solar ENERO (KWh/m2-mes)



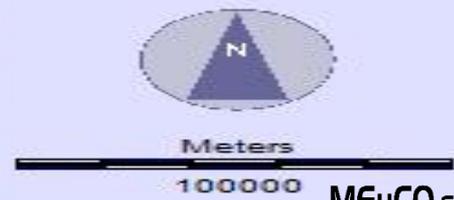
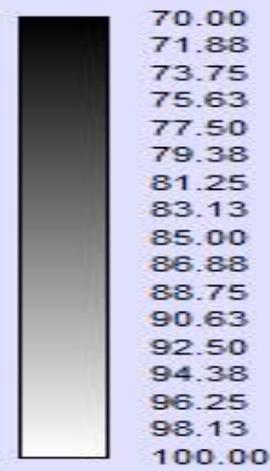
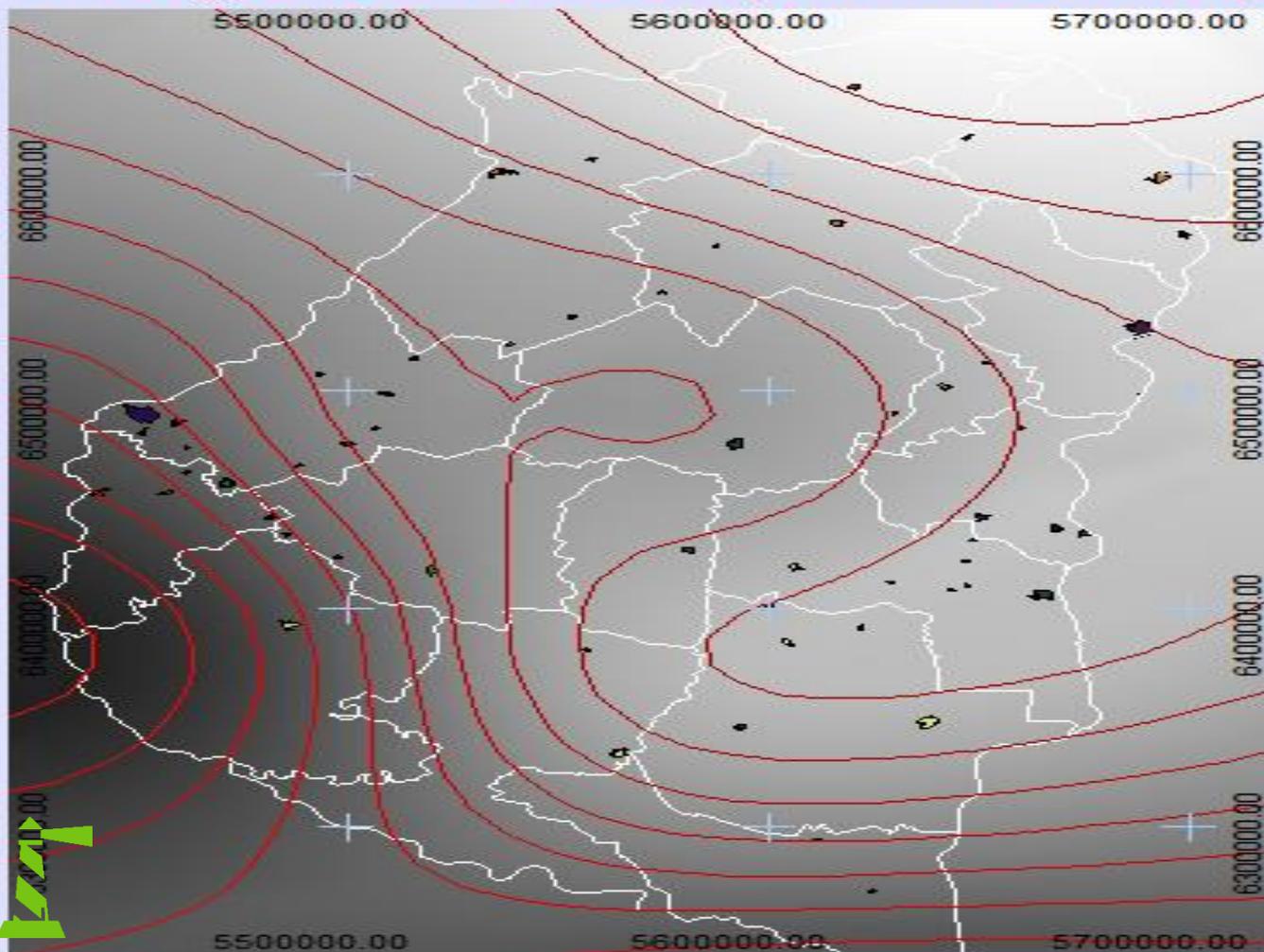
210.00
211.88
213.75
215.63
217.50
219.38
221.25
223.13
225.00
226.88
228.75
230.63
232.50
234.38
236.25
238.13
240.00



Meters

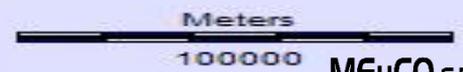
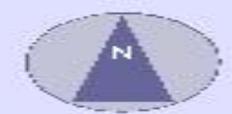
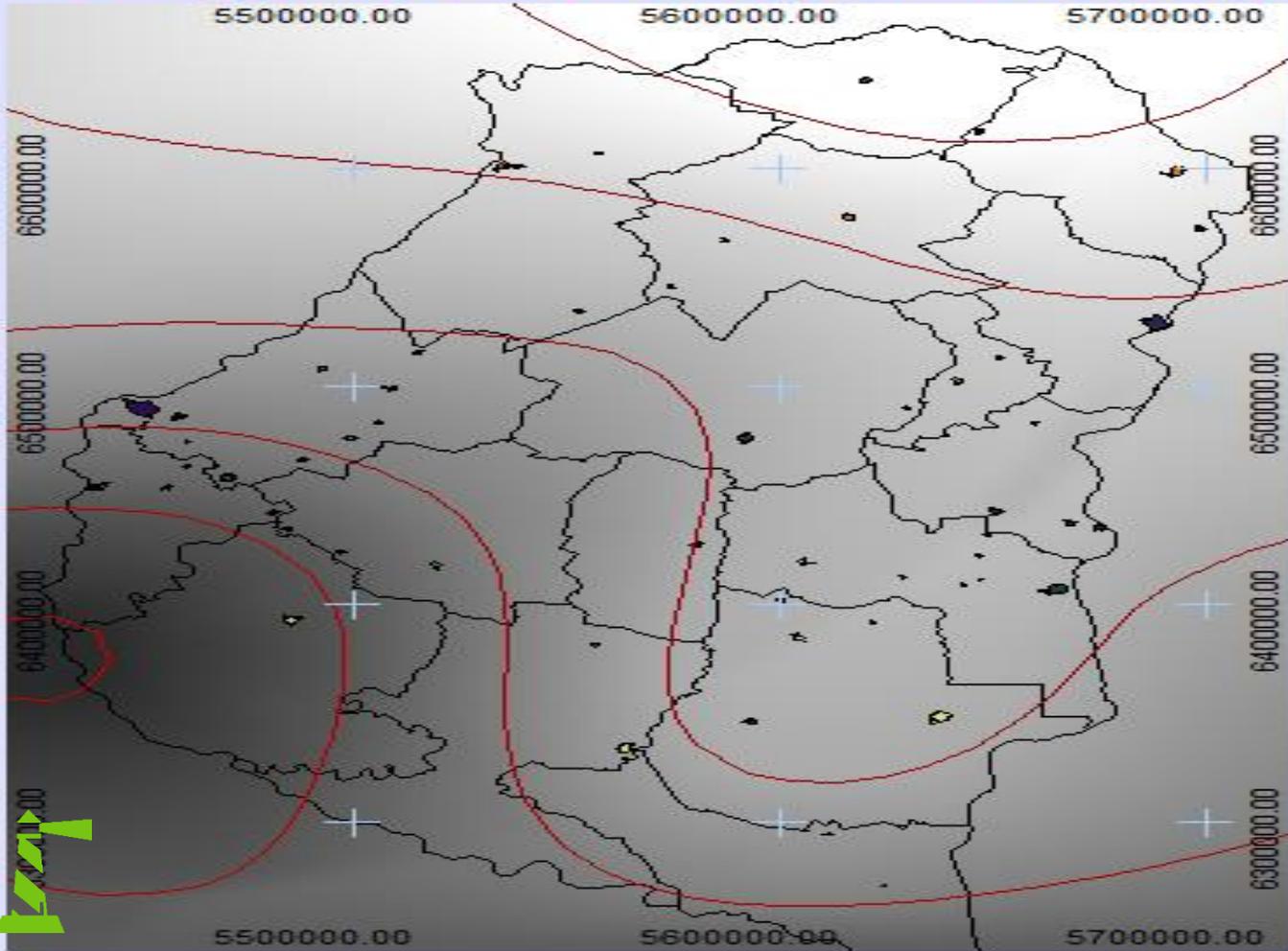
100000

Energía Solar JULIO (KWh/m2-mes)



Energía Solar ANUAL (KWh/m2-año)

5500000.00 5600000.00 5700000.00



Cálculos de captación solar

- $1,353 \text{ kwh/m}^2 \times 0,75 \% = 1,000 \text{ kwh/m}^2$
- En verano la irradiancia de un lugar determinado se obtiene de tablas .
- Por ejemplo para Concepcion del Uruguay, son 1700 kw/año/m^2
- $1700 \text{ kw/año/m}^2 / 365 \text{ dias} = 4,6 \text{ kw/dia m}^2$ promedio
- Los radiadores tienen superficies de aprox. $1 \times 1,6 \times 2 =$
- $3,2 \text{ m}^2$