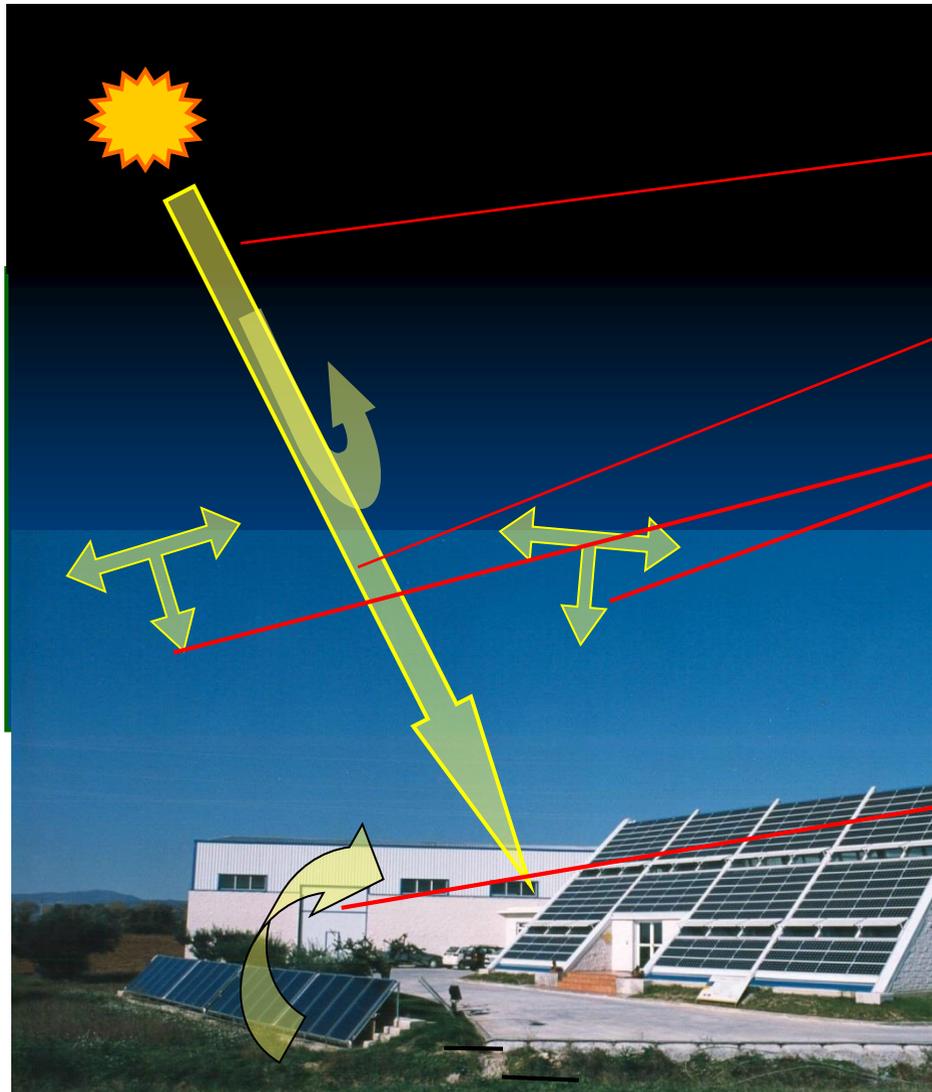


Irradiancia Global que llega a la superficie terrestre I



RADIACIÓN

Extraatmosférica: Fuera de la atmósfera

Directa: Procede del disco solar y depende de su posición

Difusa: Procede de la atmósfera y es la consecuencia de los procesos de reflexión, dispersión y absorción

Reflejada: Procede de la reflexión de la radiación incidente sobre el entorno

Radiación Global = Directa + Difusa + Reflejada

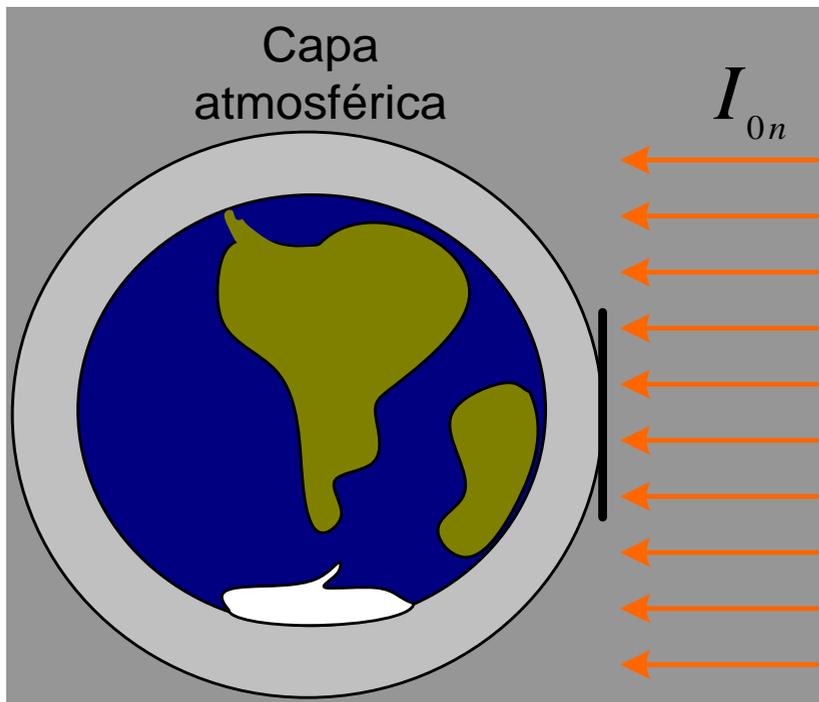
$$I = I_B + I_D + I_R$$

Irradiancia: Densidad de Flujo radiante de origen solar [W/m²]

Irradiación: Energía irradiada por unidad de superficie [Wh/m²]

Irradiancia Extraatmosférica

La radiación solar llega al borde de la atmósfera con una densidad de potencia I_{0n} cuyo valor medio anual es I_{EA}



$$I_{0n} = I_{EA} \left[1 + 0.034 \cos \left(\frac{360n}{365} \right) \right]$$

I_{EA} = Constante Solar = Irradiancia solar sobre una sup. plana normal a los rayos solares, ubicada en el borde externo de la atm. terrestre = 1367 (WRC, adoptado), 1370, 1377 [W/m²]

n = día juliano = n^o del día en el año

Las fórmulas presentadas deben trabajarse en radianes

Irradiancia Global que incide sobre una superficie cualquiera

$$I = I_B + I_D + I_R$$

I = Irradiancia solar Global = Potencia total incidente en una unidad de área plana en la sup. terrestre [W/m²].

I_B = Irradiancia solar Directa (beam) = Potencia directa que incide en una unidad de área plana, normal a la radiación, procedente directamente del disco solar (no sufre cambio de dirección a su paso por la atm) [W/m²].

I_D = Irradiancia solar Difusa = Potencia difusa que incide en una unidad de área, procedente de la difusión (dispersión) de la radiación solar a su paso por la atm y reflexión en nubes [W/m²].

I_R = Irradiancia solar Reflejada = Potencia reflejada que incide en una unidad de área, procedente de la reflexión de la radiación en el entorno [W/m²].

Irradiancia Global que incide sobre un Colector

$$I_C = I_{BC} + I_{DC} + I_{RC}$$

Los sistemas FV autónomos y Térmicos en general están fijos y colectan todas las componentes.

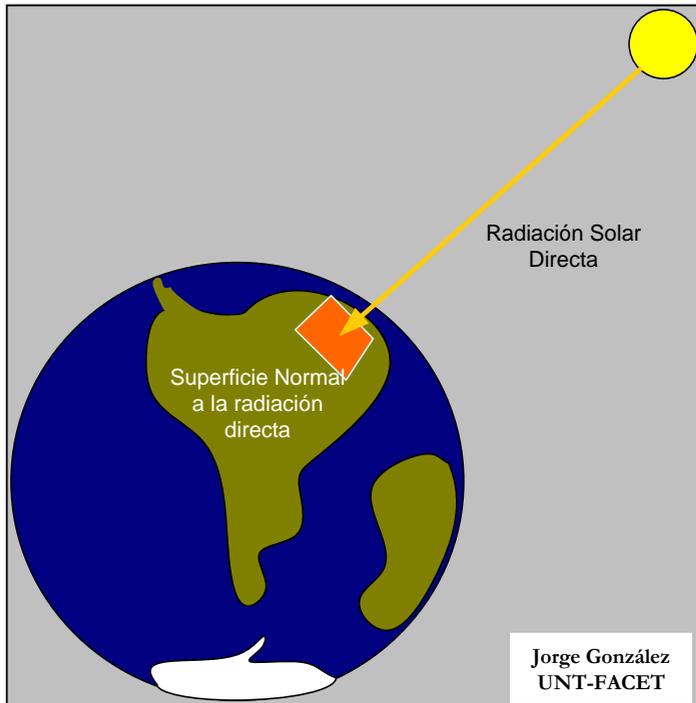
Es fundamental conocer la componente directa en colectores con concentr.

IRRADIANCIA EN CIELO CLARO

-

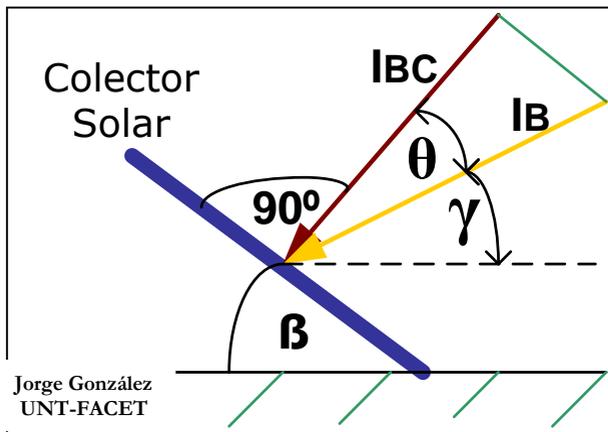
Irradiancia Directa →

I_B



Según un modelo basado en mediciones, para calcular esta I_B se toma en cuenta la atenuación de la radiación a su paso por la atmósfera.

Se aplica la regla del coseno para calcular cuanto llega a un colector

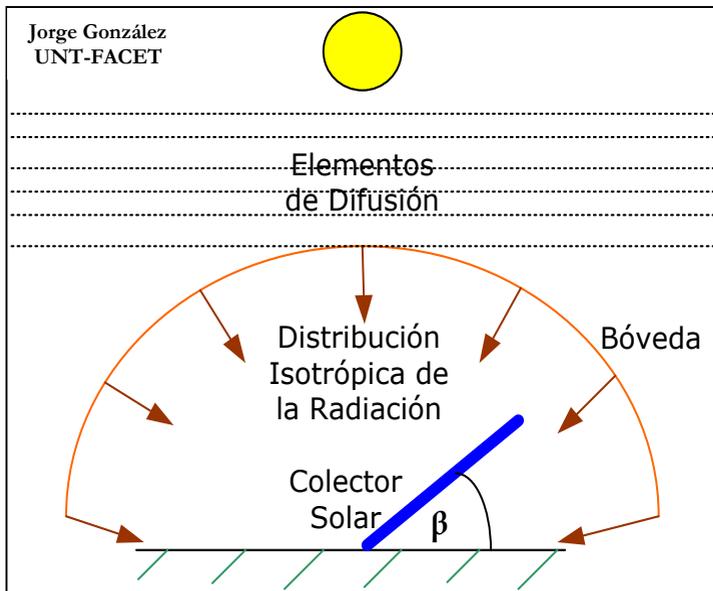
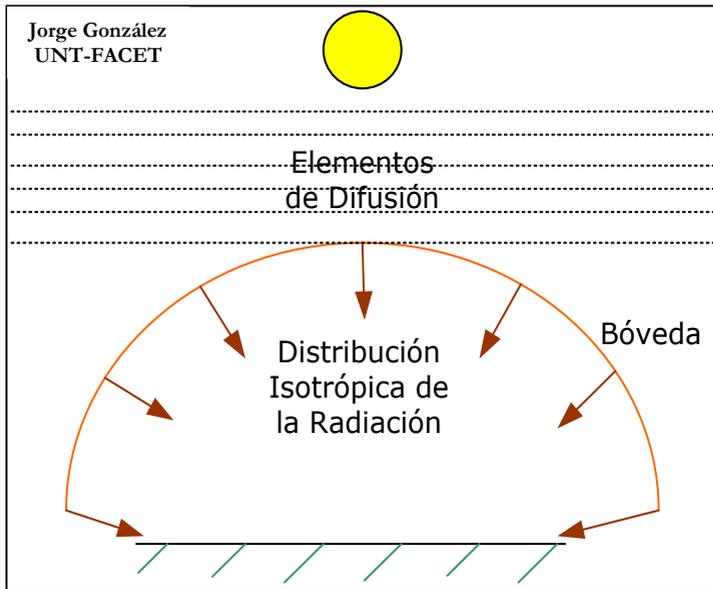


Irradiancia Difusa →

I_D

Es más difícil de estimar. Se puede simplificar a través de un modelo isotrópico.

Para días totalmente claros →
≈ 15% de la irradiancia horizontal total es difusa



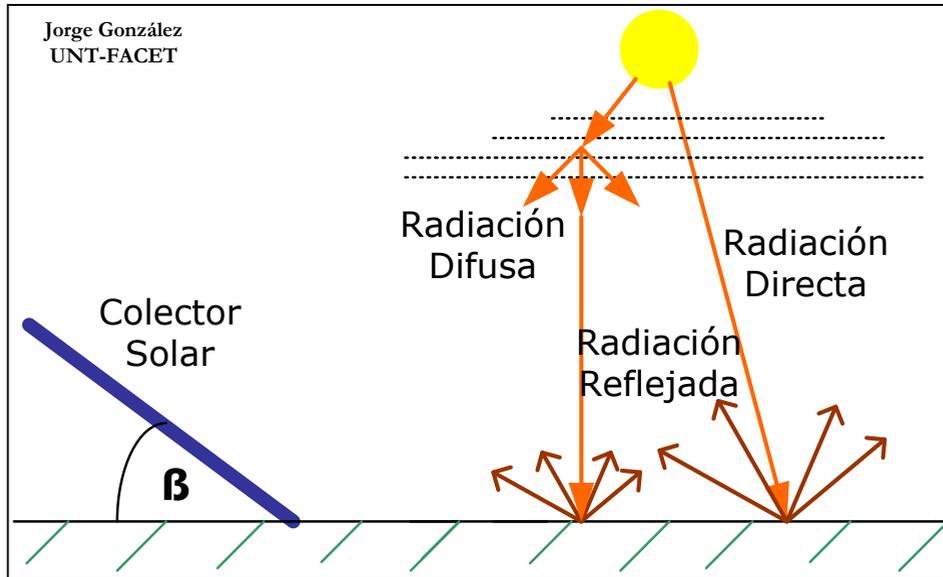
$\beta = 0$ (la sup. ve toda la bóveda):

$\beta = 90^\circ$ (la sup. ve la $\frac{1}{2}$ de la bóveda)

Irradiancia Reflejada →

 I_R

La reflexión puede ser nula o muy importante



Modelo Simple (isotrópico): Área horizontal grande con una reflectancia ρ (albedo) hemisférica total del entorno de 0.8 (nieve) a 0.2 (pasto)

La cantidad de radiación reflejada que incide sobre una sup. horizontal,

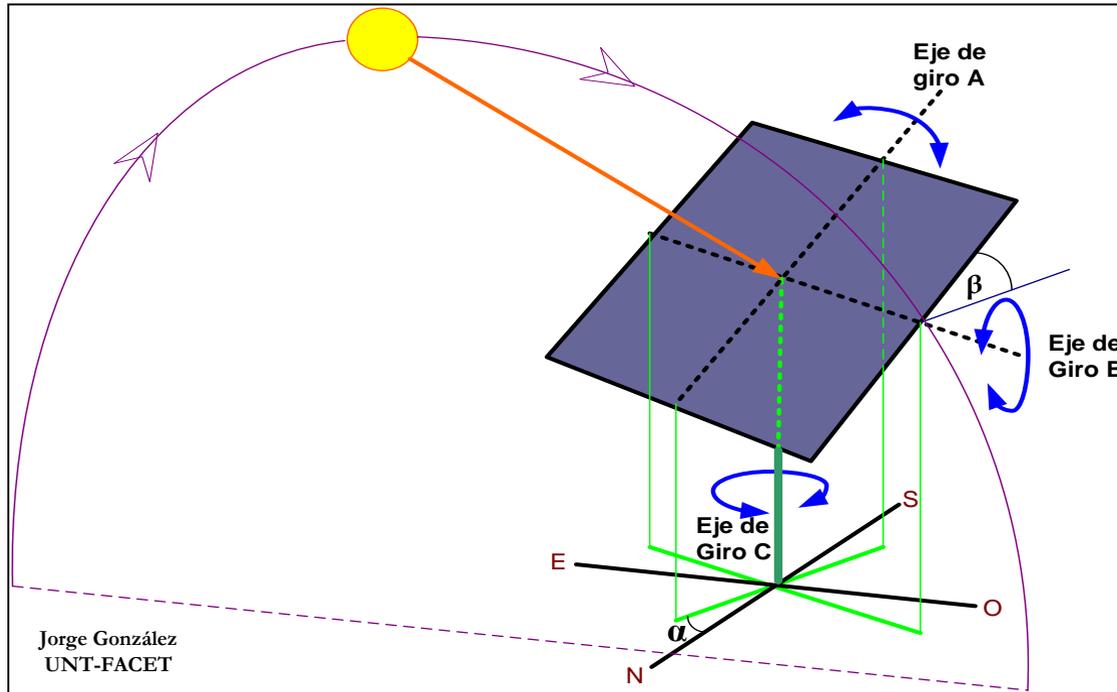
Irradiancia global sobre una superficie horizontal:

$$I_H = I_{BH} + I_{DH} + I_{RH}$$

Irradiancia global sobre un colector:

$$I_C = I_{BC} + I_{DC} + I_{RC}$$

Seguidores Solares



¿Cuanta energía se gana colocando sistemas de seguimiento solar en los colectores?

¿Se justifica la inversión?

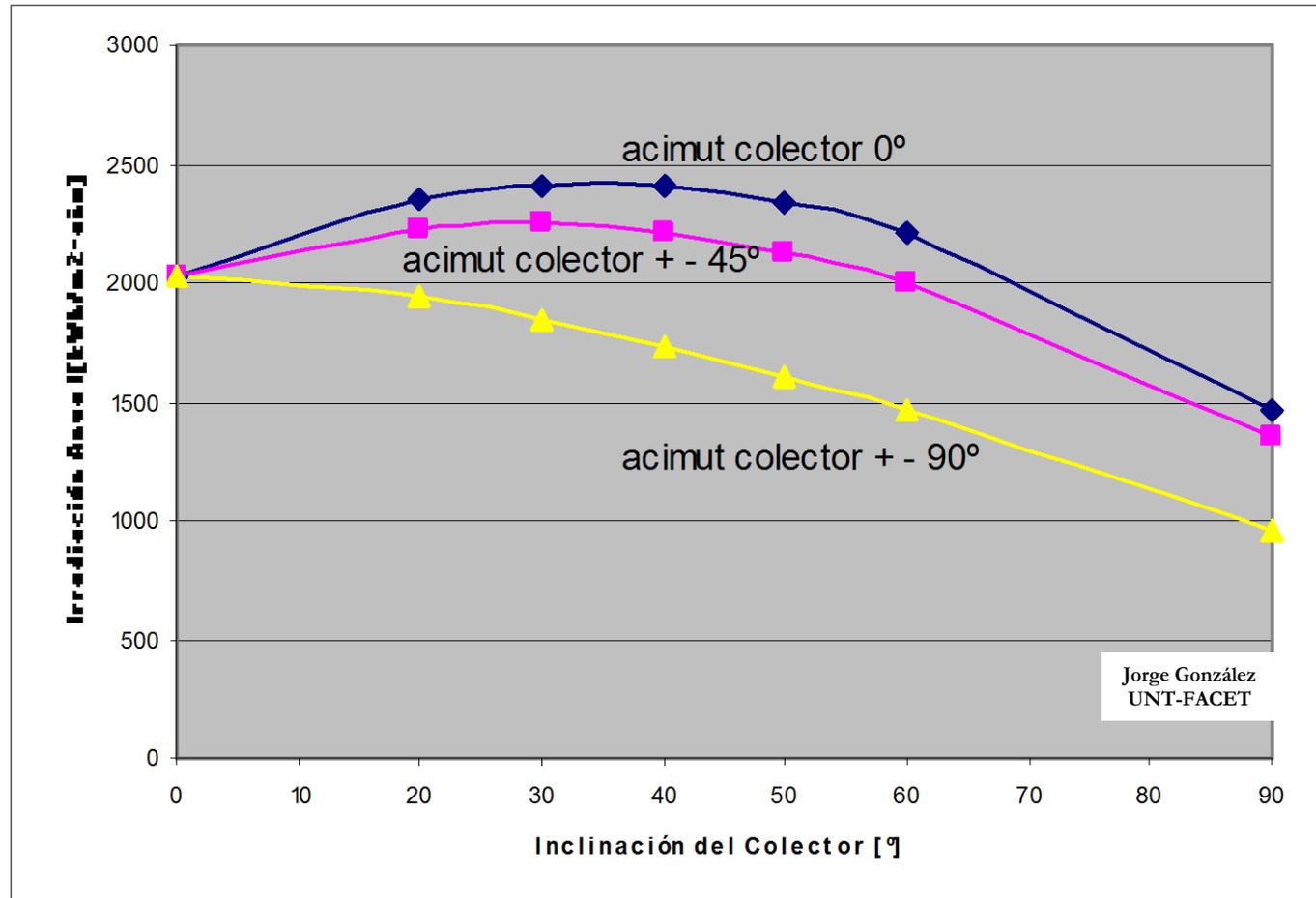
Seguidor de dos ejes: se mueve cambiando dos ángulos. El colector siempre queda normal a la radiación directa del Sol.

Seguidor de un eje: se mueve cambiando un ángulo

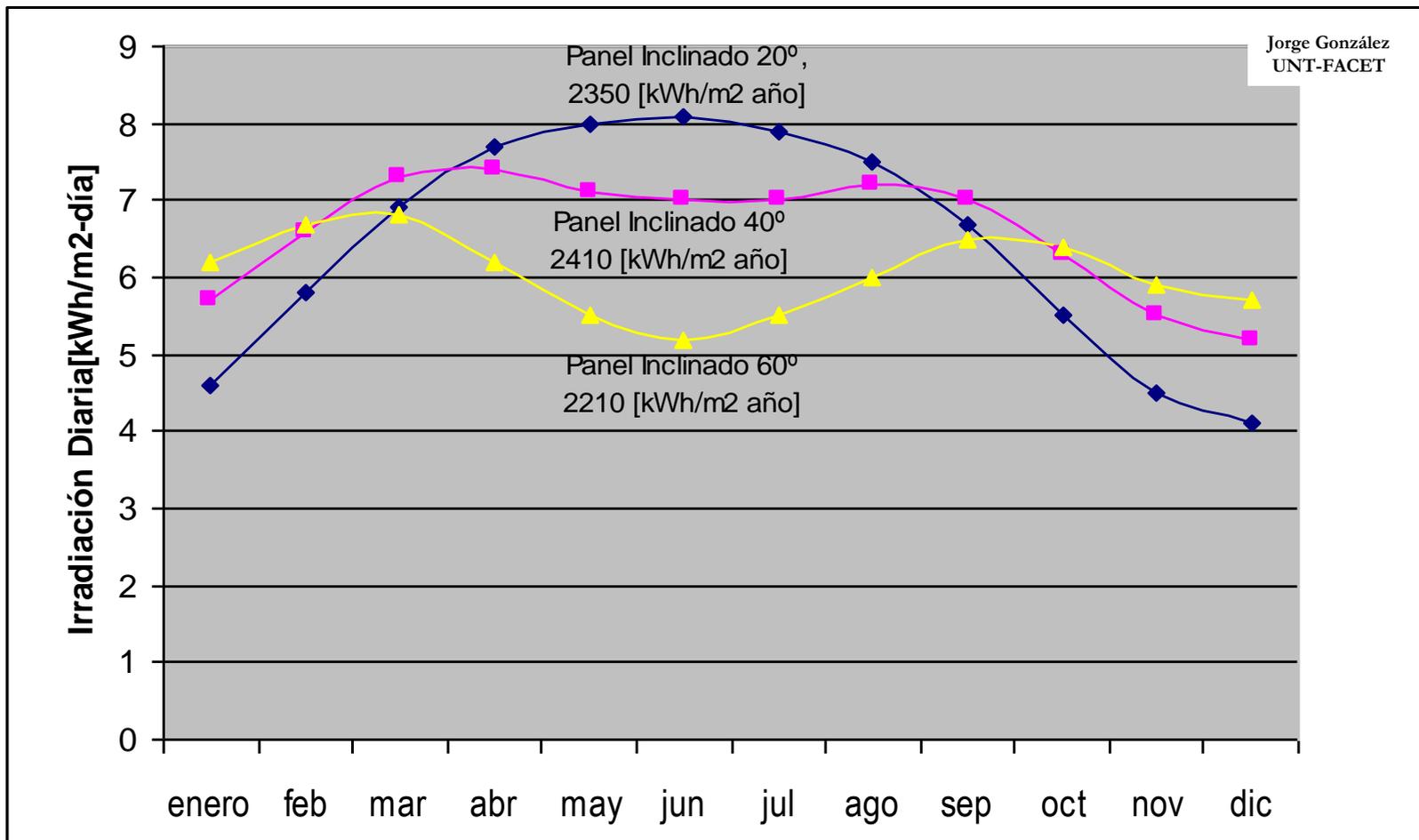
[Ver Ejemplo](#)

Dado un dispositivo situado a 40° de latitud Norte, se analizará lo que pasa con la radiación solar incidente sobre el mismo, variando diversos ángulos y considerando los días el año.

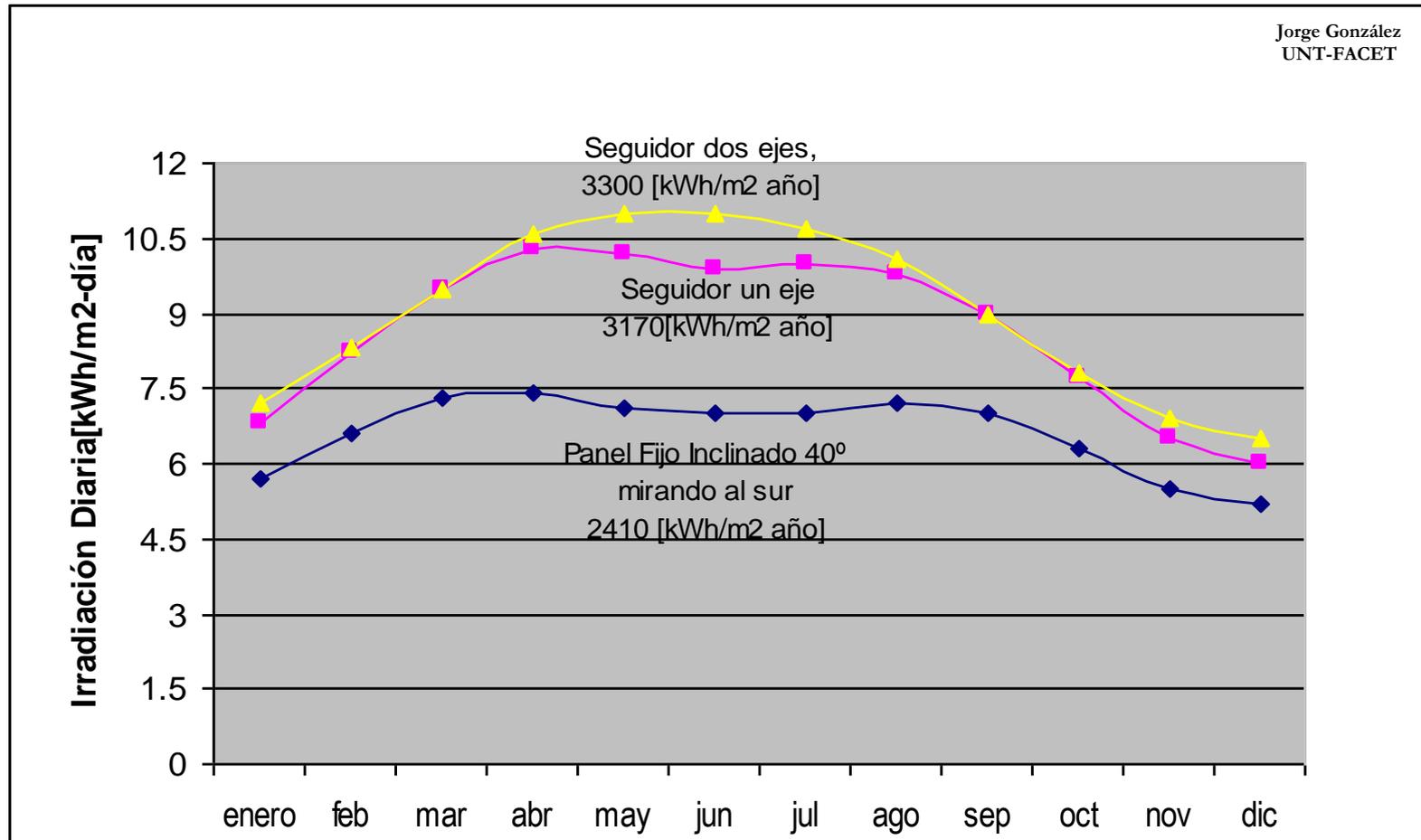
Azimut del colector = 0 , significa que está mirando hacia el sur.



La orientación α e inclinación β no son críticas para la irradiación anual, pero hay que analizar que pasa mes a mes, ya que existen diferencias estacionales en las radiaciones colectadas.

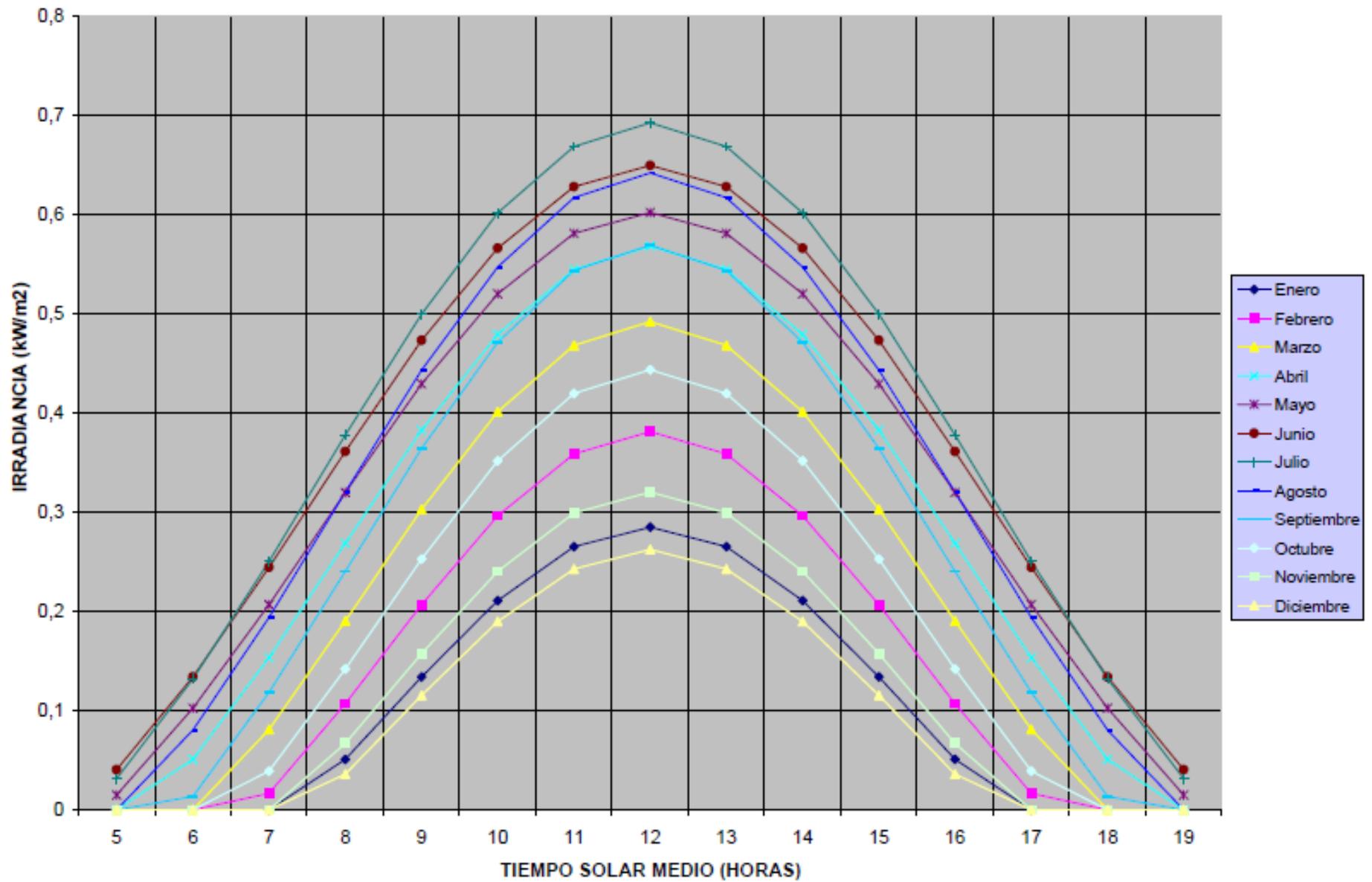


Producción anual similar para colectores con distinta inclinación, pero muy diferente producción estacional



Producción anual de los seguidores es \approx 25-30% mayor que uno fijo

ZONA I



<http://www.asif.org/principal.php?idseccion=699>

Jorge A. González-UNT-FACET

Datos de valores globales sobre superficie horizontal



Piranómetro

Medidas directas

Basados en sensores que transforman energía radiante incidente en señal eléctrica. Lo que más se mide es la irradiancia global horizontal, algo menos la difusa y muy poco la directa.



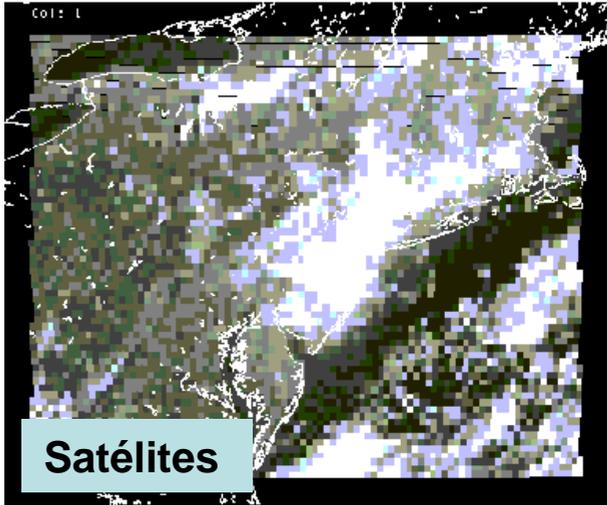
Piranómetro con anillo

Radiación Directa = Radiación Global (piran.) – Radiación Difusa (piran. con anillo de sombra)



Pirheliómetro

Medidas Indirectas



Mediciones en campo



Irradiación Diaria Media Mensual

\bar{I}

Bajo hipótesis de cielo claro se podría realizar el cálculo de irradiación global de cielo claro.

Las condiciones reales de cielo en un sitio preciso, presenta intermitencia entre cielo claro y cubierto → estimación de irradiancia promedio.

Metodología de cálculo:

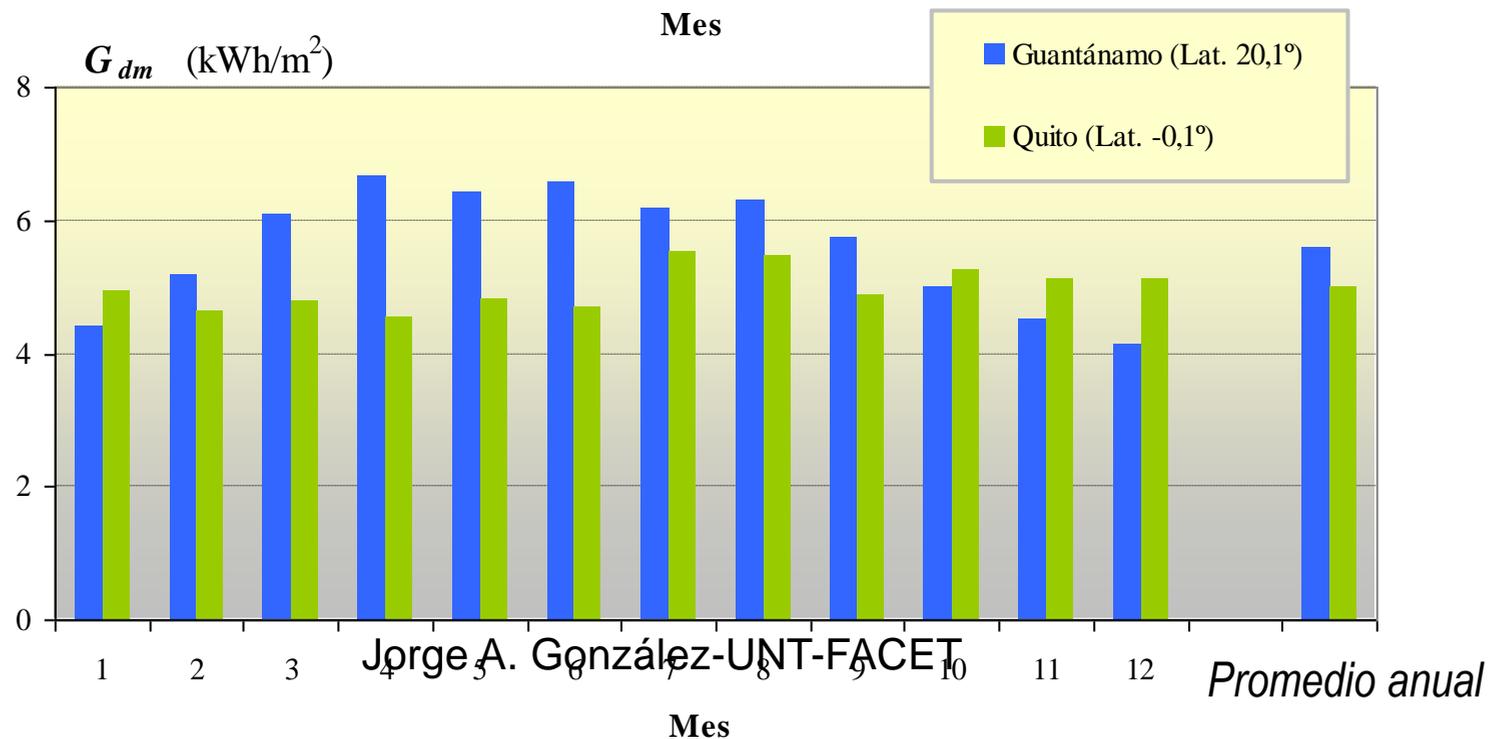
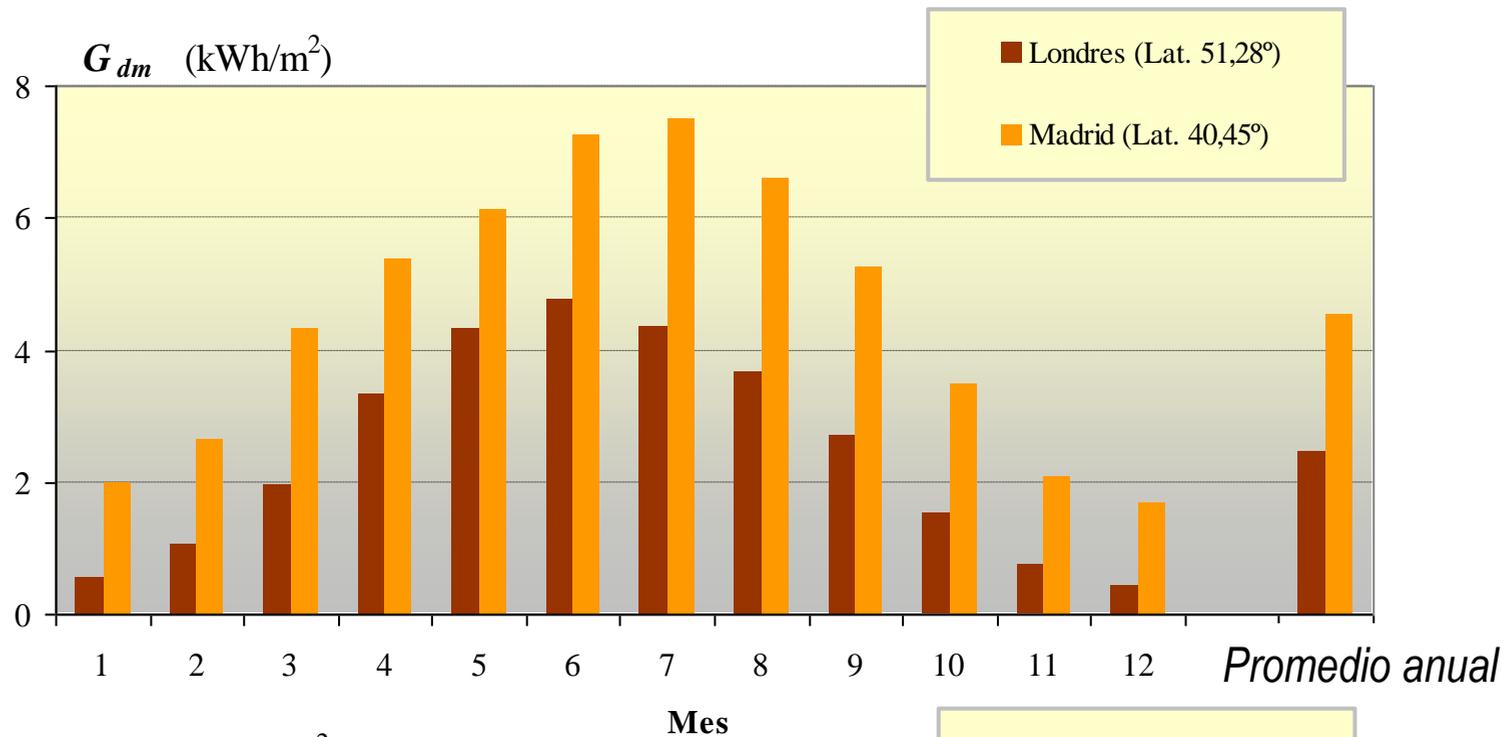
- Medir y encontrar datos históricos de radiación en el sitio bajo estudio (en general se mide la irradiación global diaria media mensual sobre sup. horizontal \bar{I}_H

- A partir de \bar{I}_H y por medio de modelos → \bar{I}_{BH} e \bar{I}_{DH}

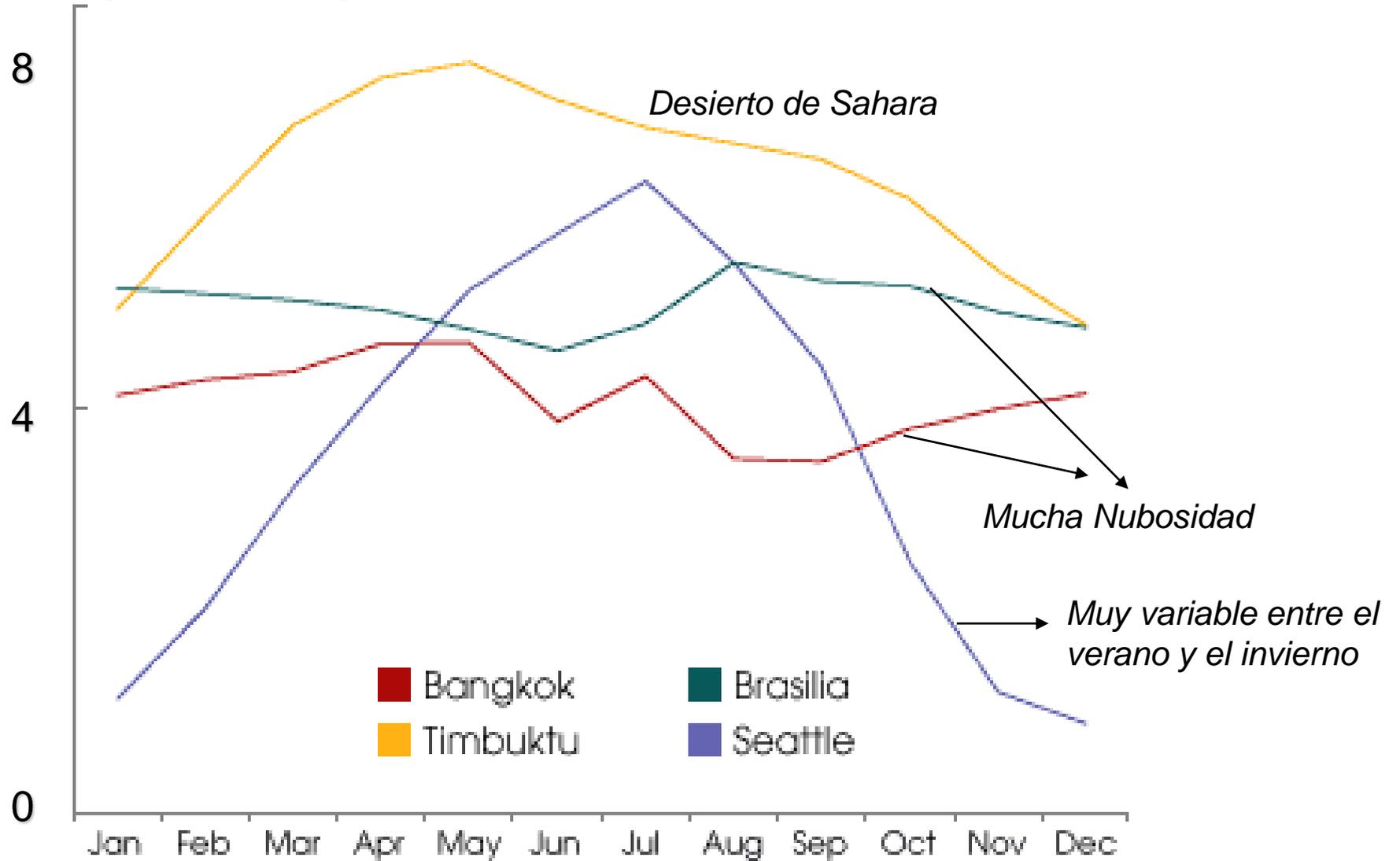
- Calcular, usando procedimientos de cielo claro las componentes directa y difusa que inciden en el colector \bar{I}_{BC} \bar{I}_{DC}

- Calcular la irradiación diaria media mensual sobre el colector \bar{I}_C

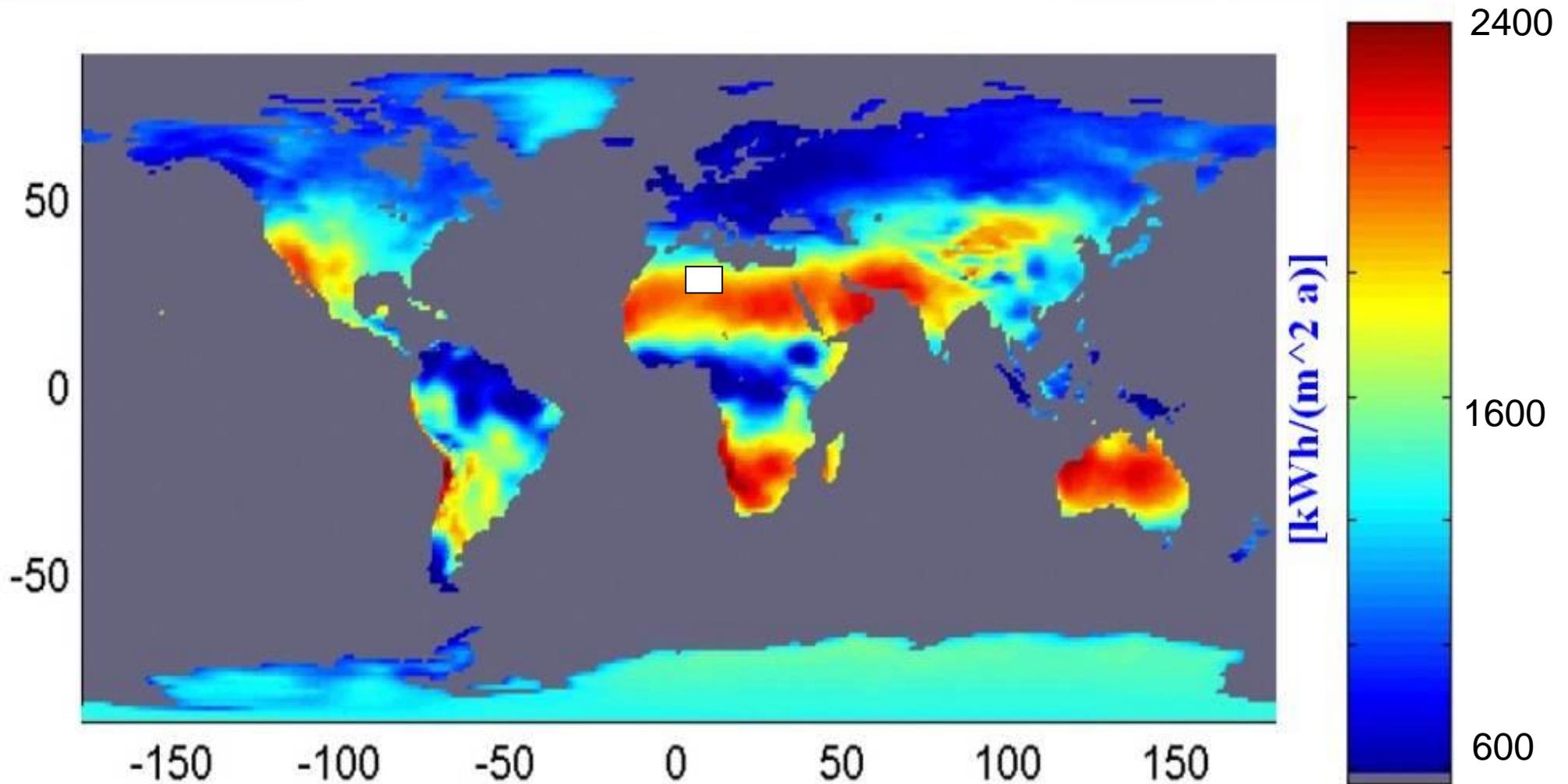
Se pueden realizar comparaciones de irradiación diaria entre diferentes ciudades situadas a diferentes latitudes:



Irradiación [kWh/m2 día]

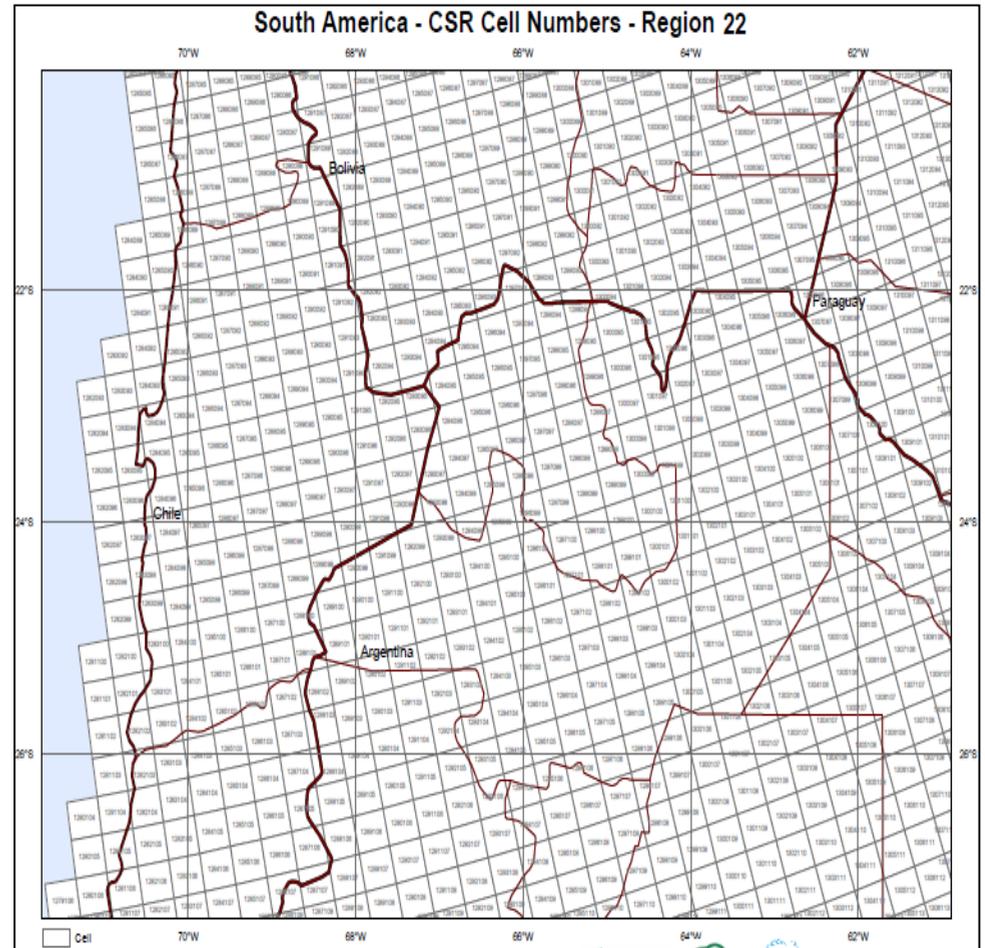
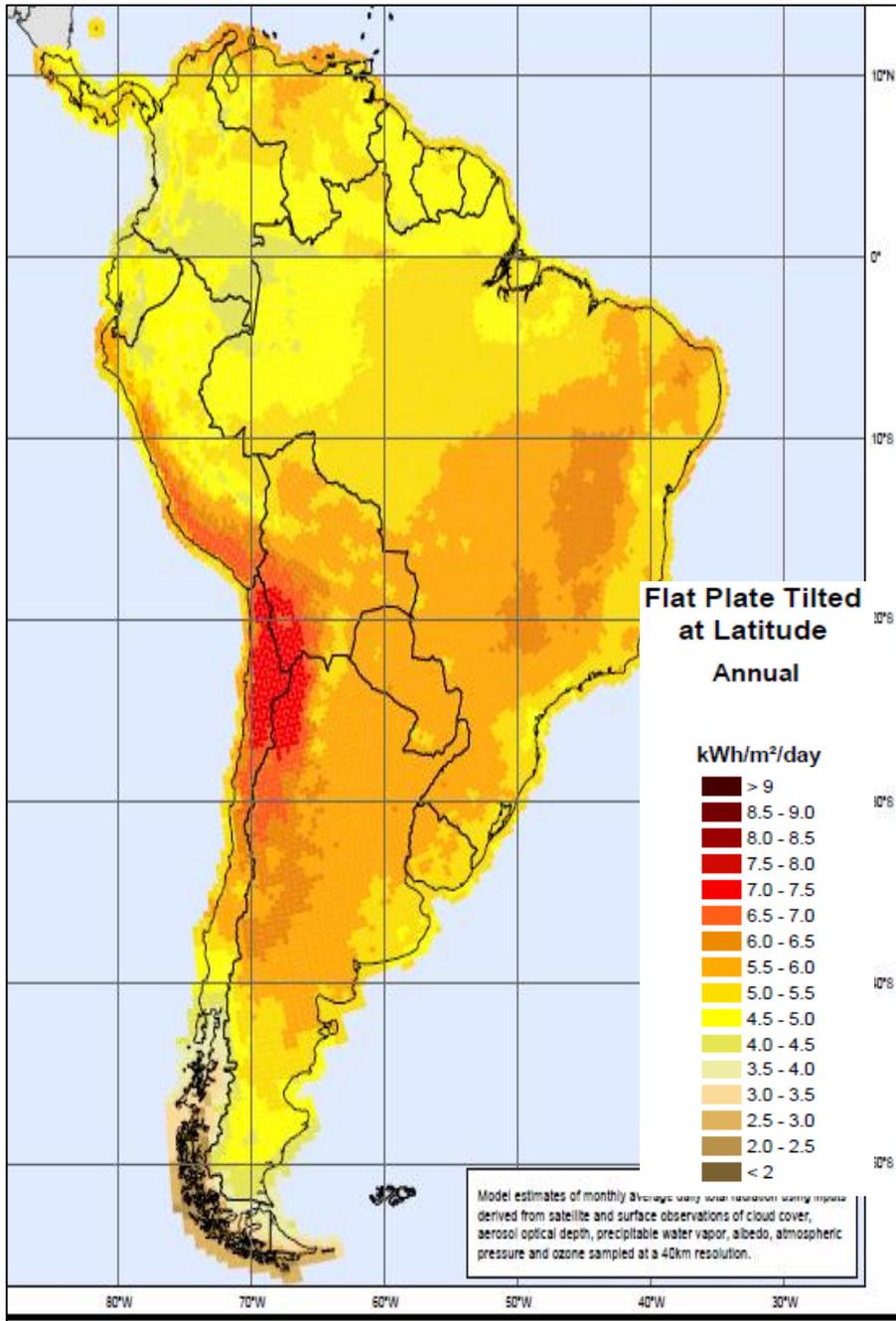


Se pueden realizar mapas de irradiación



La potencia solar incide sobre el disco circular de la Tierra, con un área de $1.27 \times 10^{14} \text{ m}^2$. La potencia total que recibe la Tierra es $1.74 \times 10^{17} \text{ W}$.

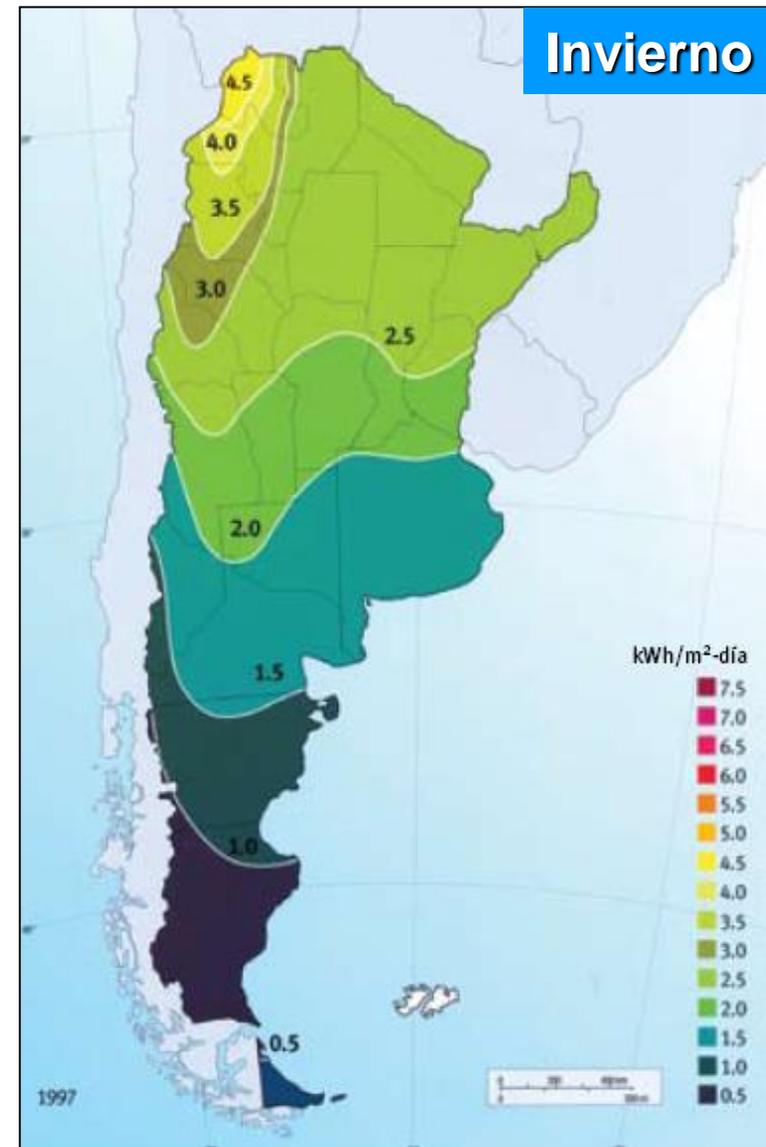
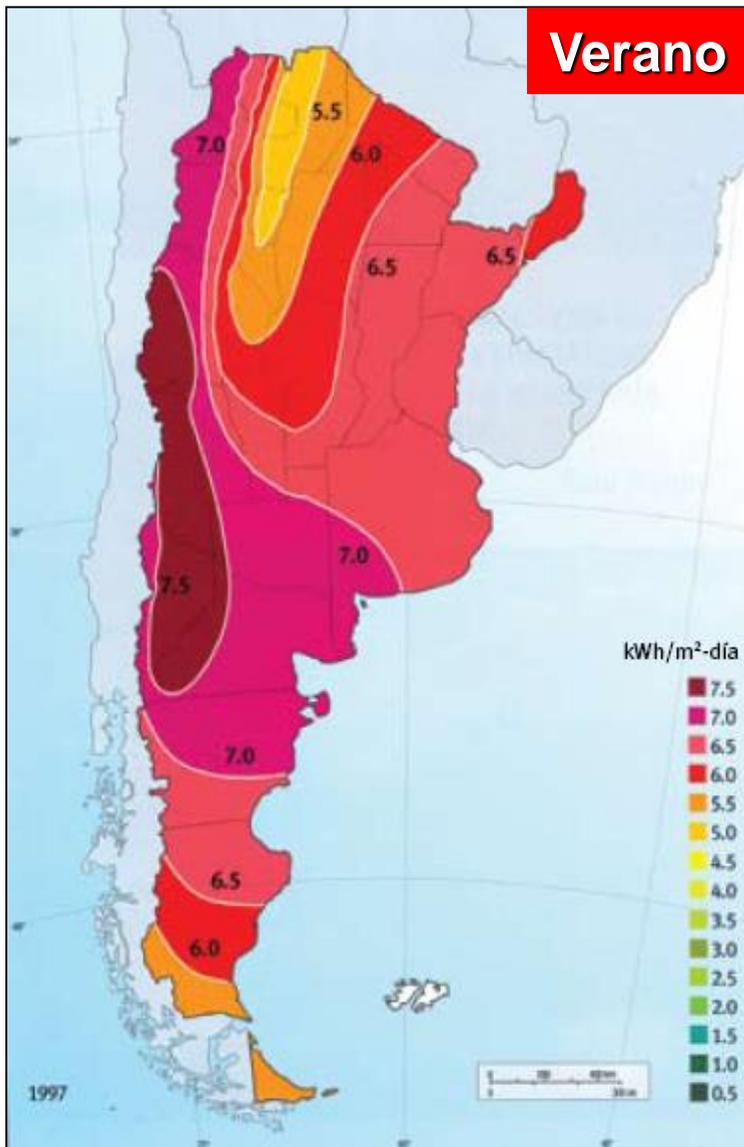
Mapas de irradiación



***Irradiación solar global anual
sobre superficie horizontal***

***Irradiación solar global media
sobre superficie
plana inclinada a su latitud***

Mapas de nivel de Radiación Solar en Argentina



Fuente: Grossi Gallegos, Hugo. "Red Solarimétrica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN)". Argentina. 1998

11 de 23 provincias del país presentan valores medios anuales por encima de 5 kWh/m²-día, lo cual lo muestra como apto para la instalación de paneles FV.