

Geometría y Radiación de los Sistemas Fotovoltaicos

Energía Solar Fotovoltaica

Oscar Perpiñán Lamigueiro

Universidad Politécnica de Madrid

① Tipos de Sistemas

② Geometría de los sistemas fotovoltaicos

③ Radiación Efectiva según tipologías

Sistema Estático



Sistemas con seguimiento

- ▶ **Fundamento:**

- ▶ Radiación incidente aumenta al seguir al sol
- ▶ Pérdidas por reflexión disminuyen si el apuntamiento al sol mejora

- ▶ Las diferentes técnicas de seguimiento son un **compromiso** entre
 - ▶ un **apuntamiento perfecto**
 - ▶ **sistemas estructurales más económicos**
 - ▶ mejores **aprovechamientos del terreno**.

Algunos tipos de seguimiento solar

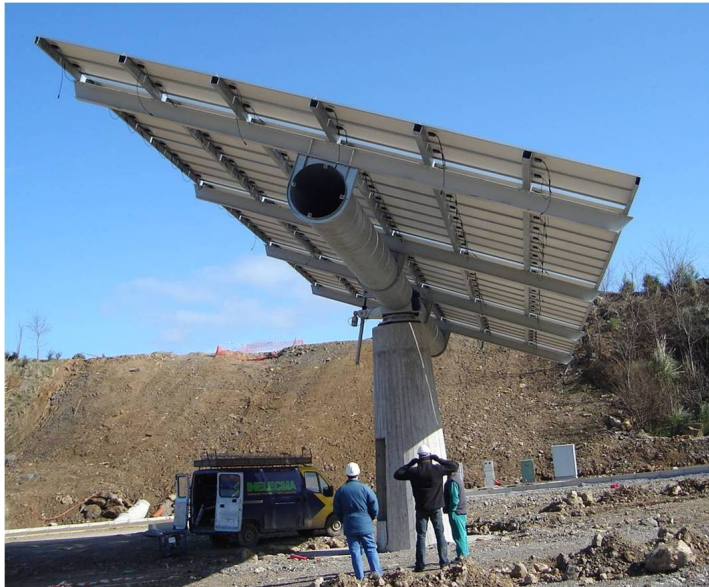
▶ Doble eje

- ▶ Apuntamiento «perfecto»
- ▶ Mejor productividad, peor ocupación de terreno.

▶ Seguimiento horizontal con eje Norte-Sur

- ▶ Sencillez y estabilidad estructural (el eje es horizontal y paralelo al terreno, con tantos puntos de apoyo como se consideren necesarios),
- ▶ Facilidad de motorización,
- ▶ Buen aprovechamiento del terreno.

Sistema de Seguimiento (2x ejes)



Sistema de Seguimiento(1 eje, horizontal N-S)



① Tipos de Sistemas

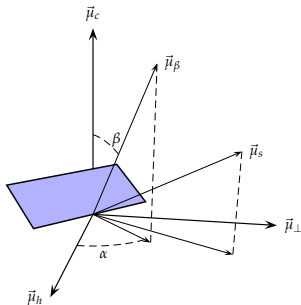
② Geometría de los sistemas fotovoltaicos

③ Radiación Efectiva según tipologías

Ángulo de Incidencia Sistema Estático

► Si $\alpha = 0$

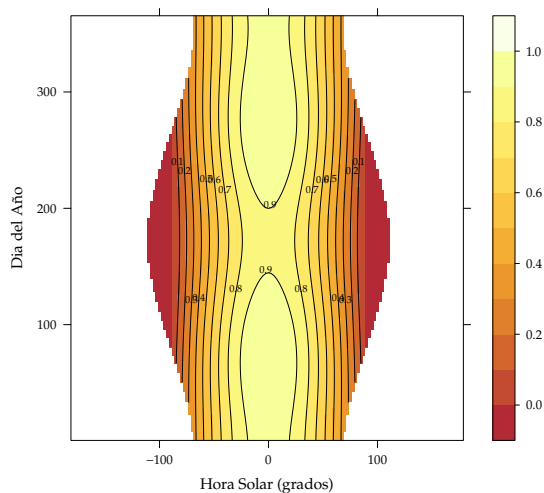
$$\cos(\theta_s) = \cos(\delta) \cos(\omega) \cos(\beta - |\phi|) - \text{sign}(\phi) \cdot \sin(\delta) \sin(\beta - |\phi|)$$



► Inclinación Óptima $\beta_{opt} \simeq |\phi| - 10$.

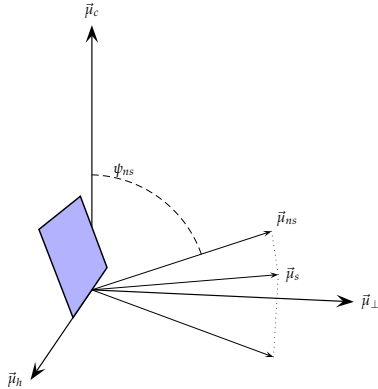
Sistema Estático: Ángulo de Incidencia

► 40°N



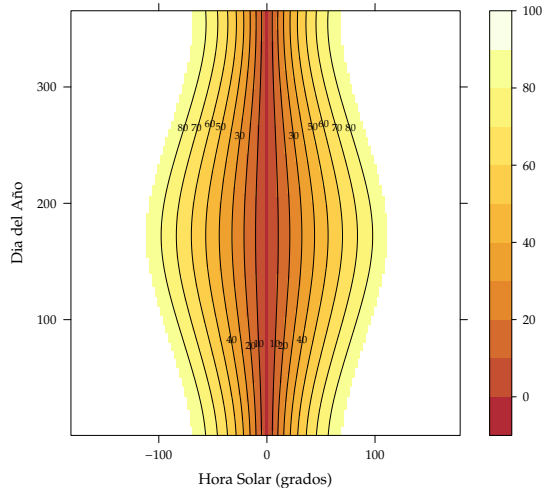
Ángulo de Incidencia Seguidor 1x NS

$$\cos(\theta_s) = \cos(\delta) \sqrt{\sin^2(\omega) + (\cos(\omega) \cos(\phi) + \tan(\delta) \sin(\phi))^2}$$



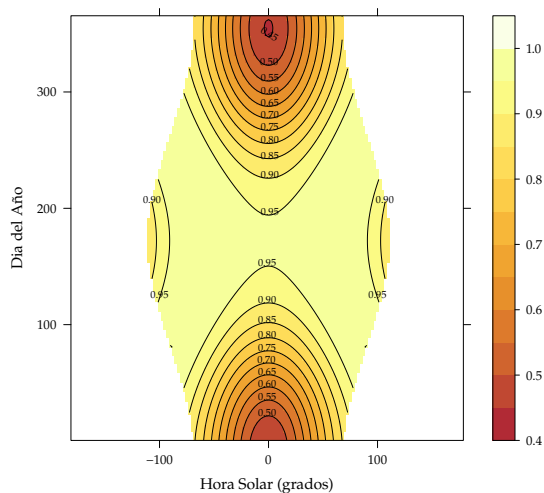
Ángulo de Inclinación Seguidor 1x NS

► 40°N

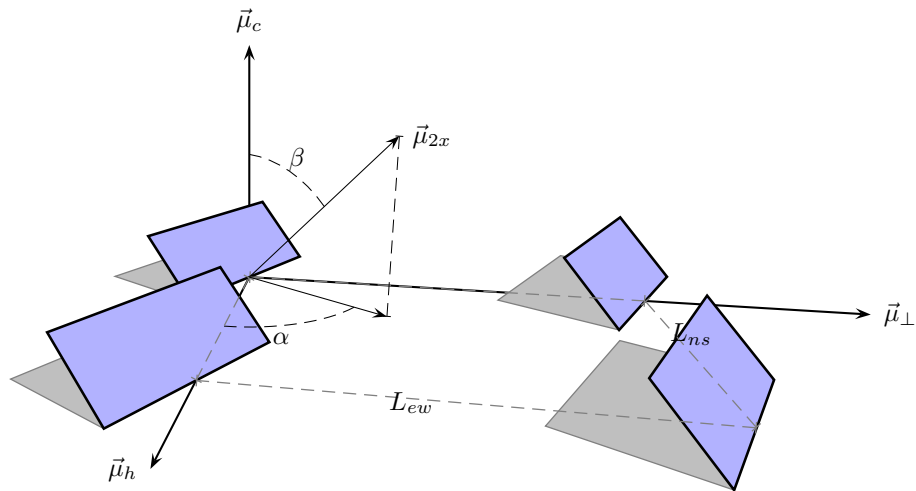


Ángulo de Incidencia Seguidor 1x NS

► 40°N



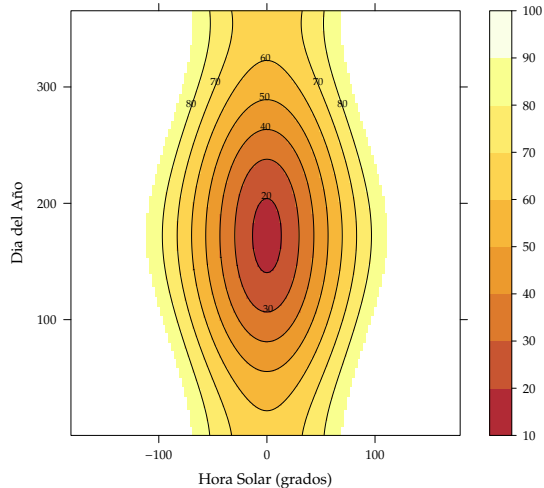
Ángulo de Incidencia Seguidor 2x



$$\begin{aligned}\beta &= \theta_z \\ \alpha &= \psi_s \\ \cos(\theta_s) &= 1\end{aligned}$$

Inclinación Seguidor 2x

► 40°N

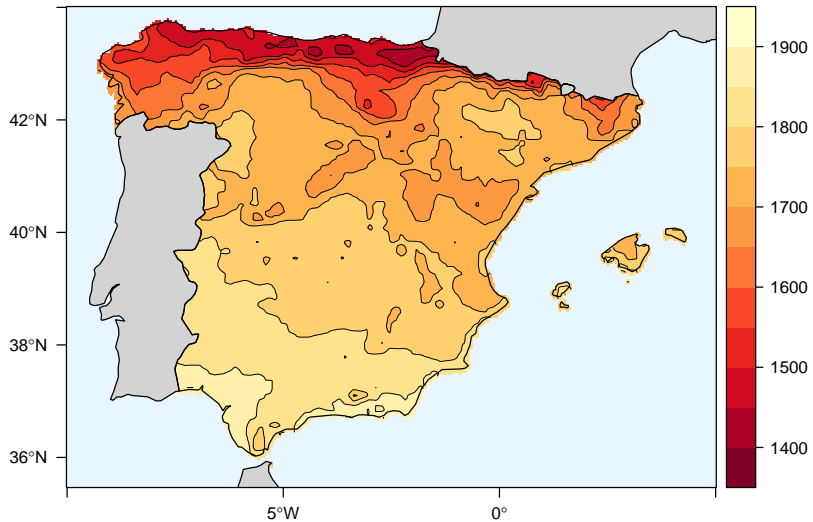


① Tipos de Sistemas

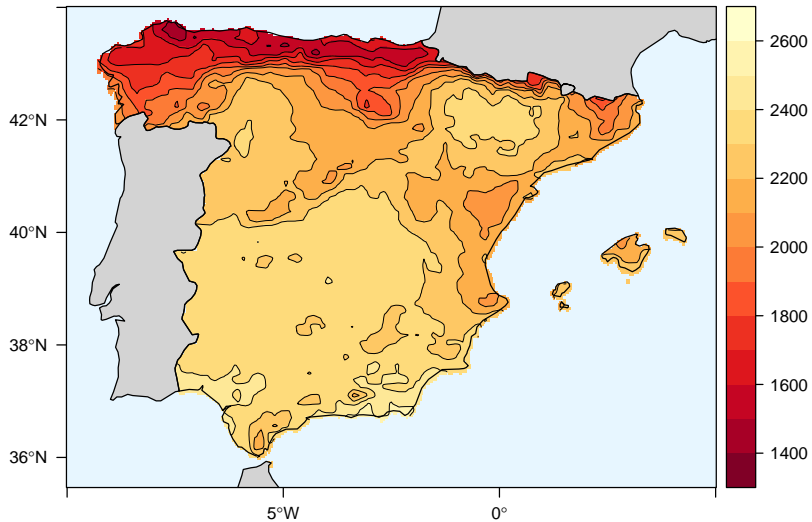
② Geometría de los sistemas fotovoltaicos

③ Radiación Efectiva según tipologías

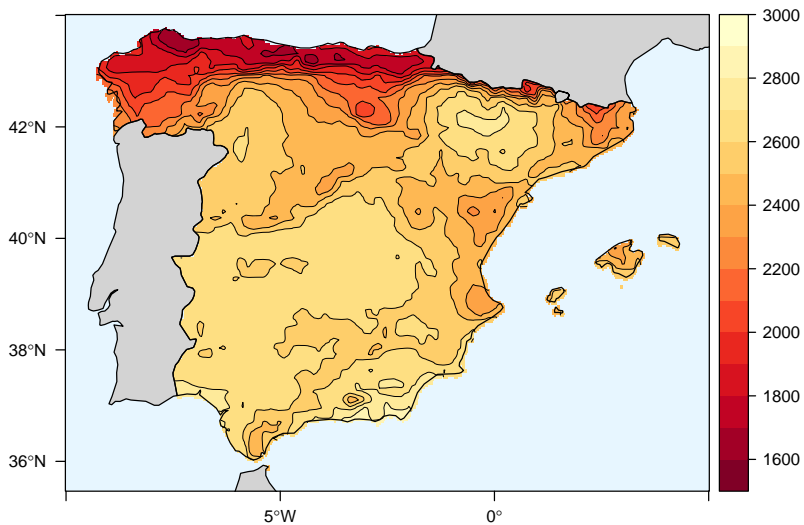
Radiación en Sistema estático



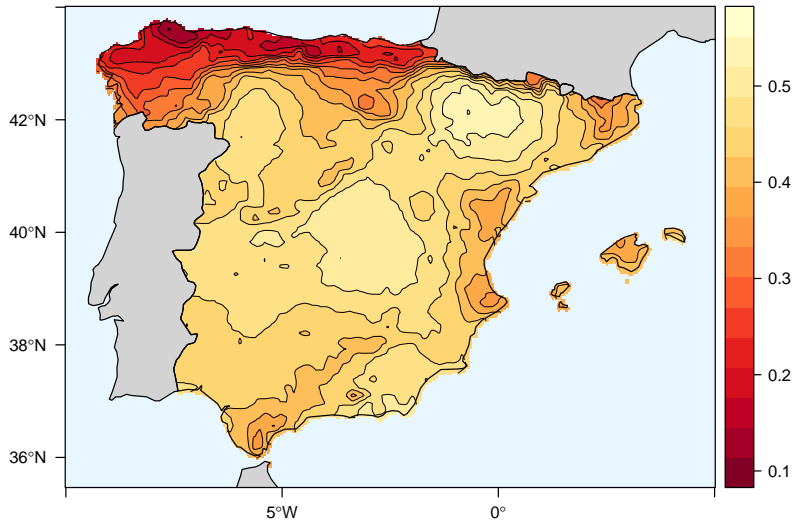
Radiación en Seguimiento Eje Horizontal



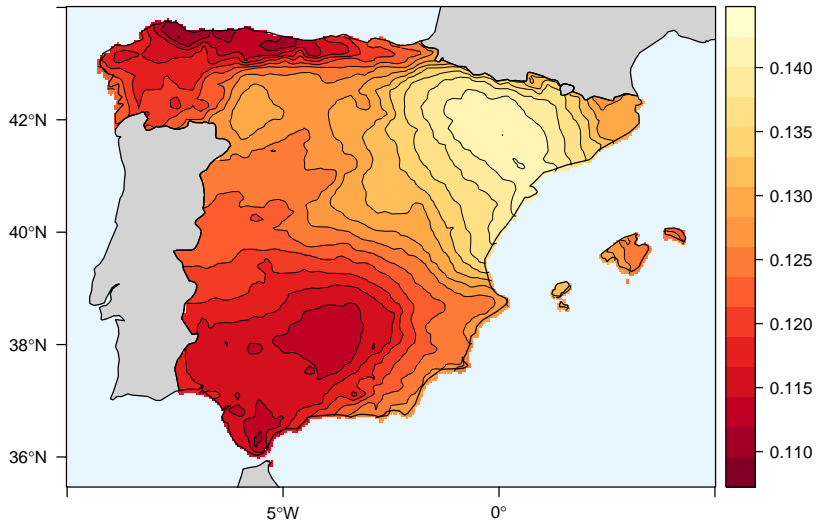
Radiación en Seguimiento Doble Eje



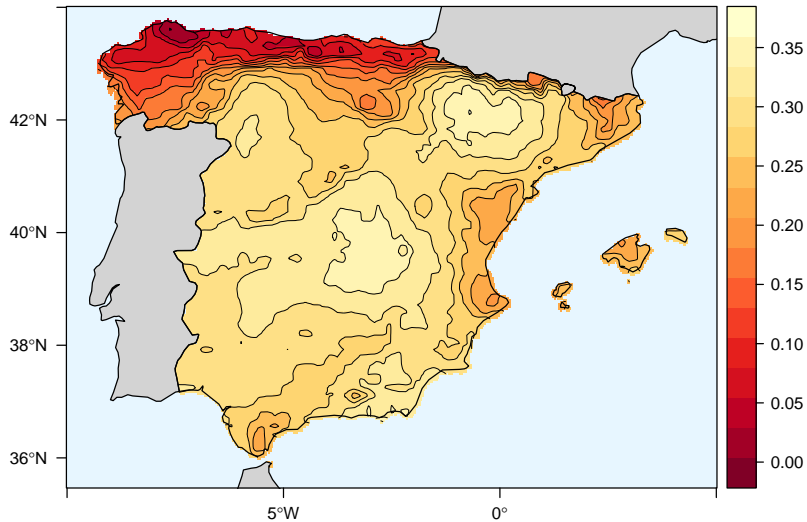
Comparación Doble Eje-Estática



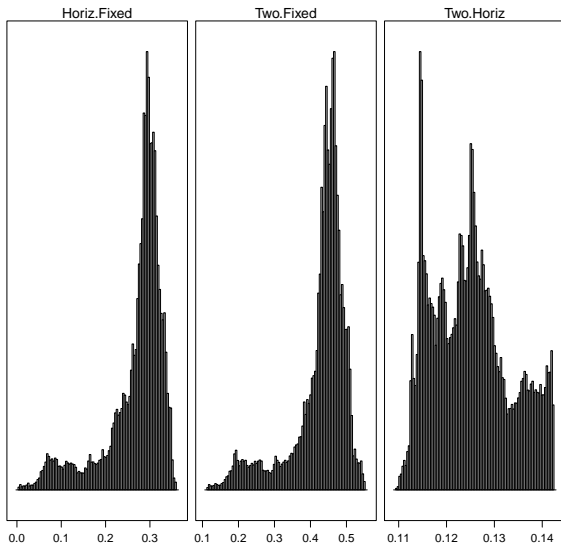
Comparación Doble Eje - Horizontal



Comparación Eje Horizontal - Estática



Comparación entre Sistemas



Comparación entre Sistemas

