

# 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

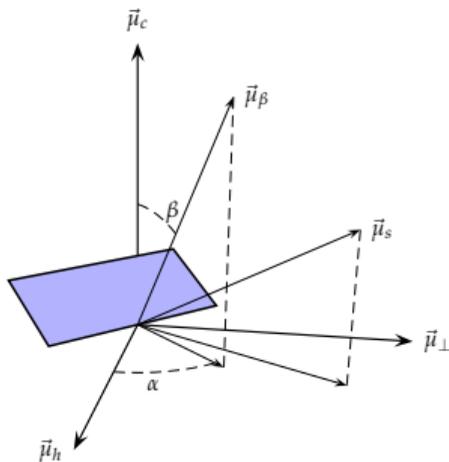
② Geometría de los sistemas fotovoltaicos

③ Radiación Efectiva según tipologías

# Ángulo de Incidencia Sistema Estático

► Si  $\alpha = 0$

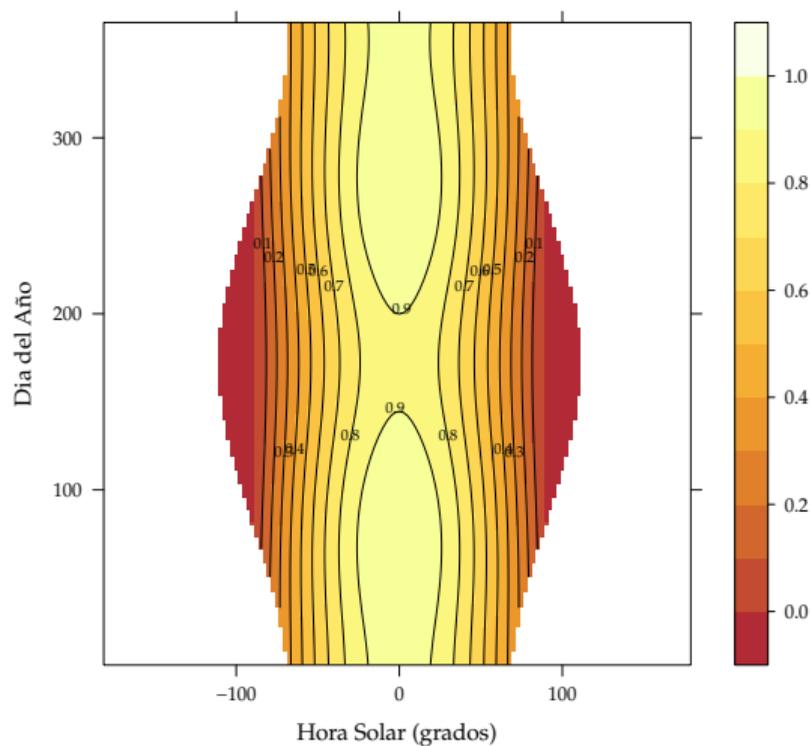
$$\cos(\theta_s) = \cos(\delta) \cos(\omega) \cos(\beta - |\phi|) - \text{sign}(\phi) \cdot \sin(\delta) \sin(\beta - |\phi|)$$



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

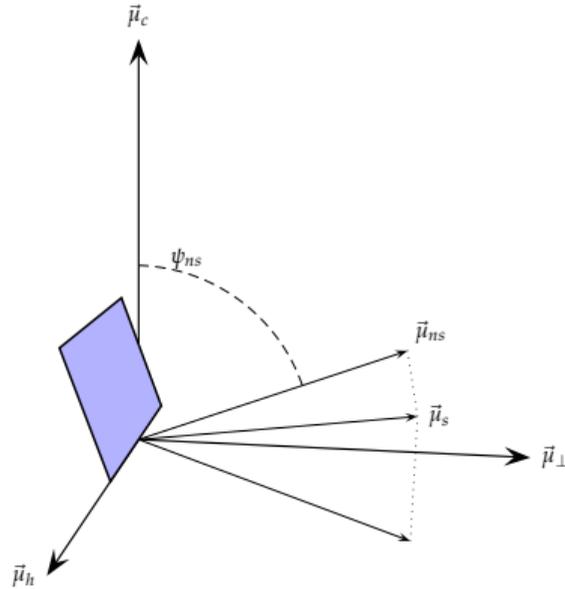
# Sistema Estático: Ángulo de Incidencia

► 40°N



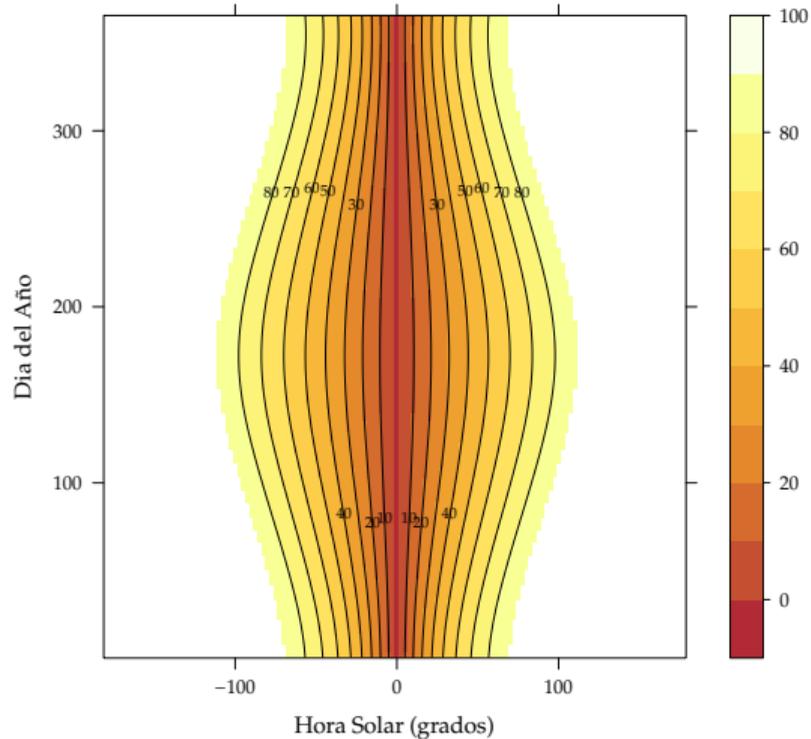
# Ángulo de Incidencia Seguidor 1x NS

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



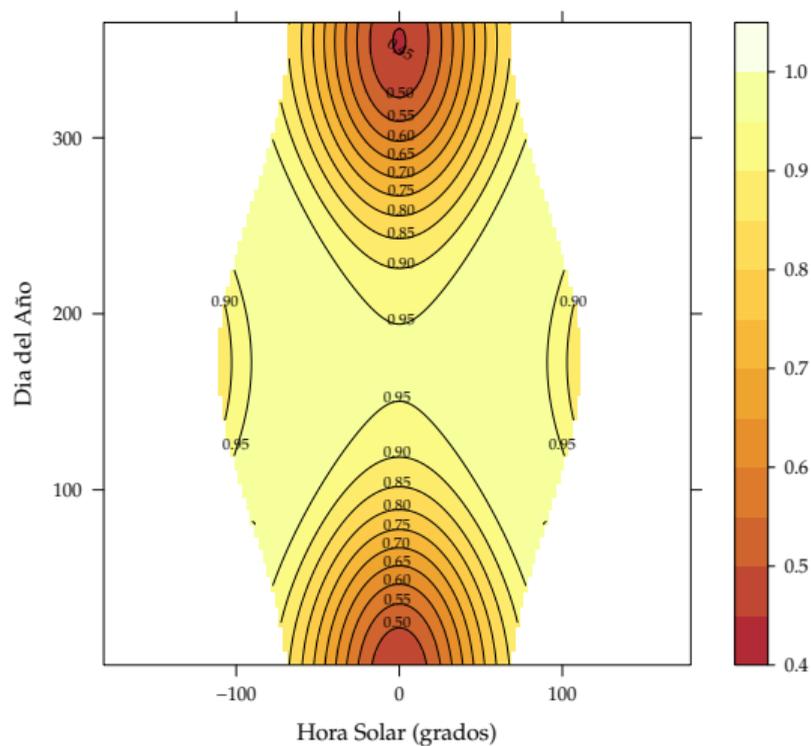
# Ángulo de Inclinación Seguidor 1x NS

► 40°N

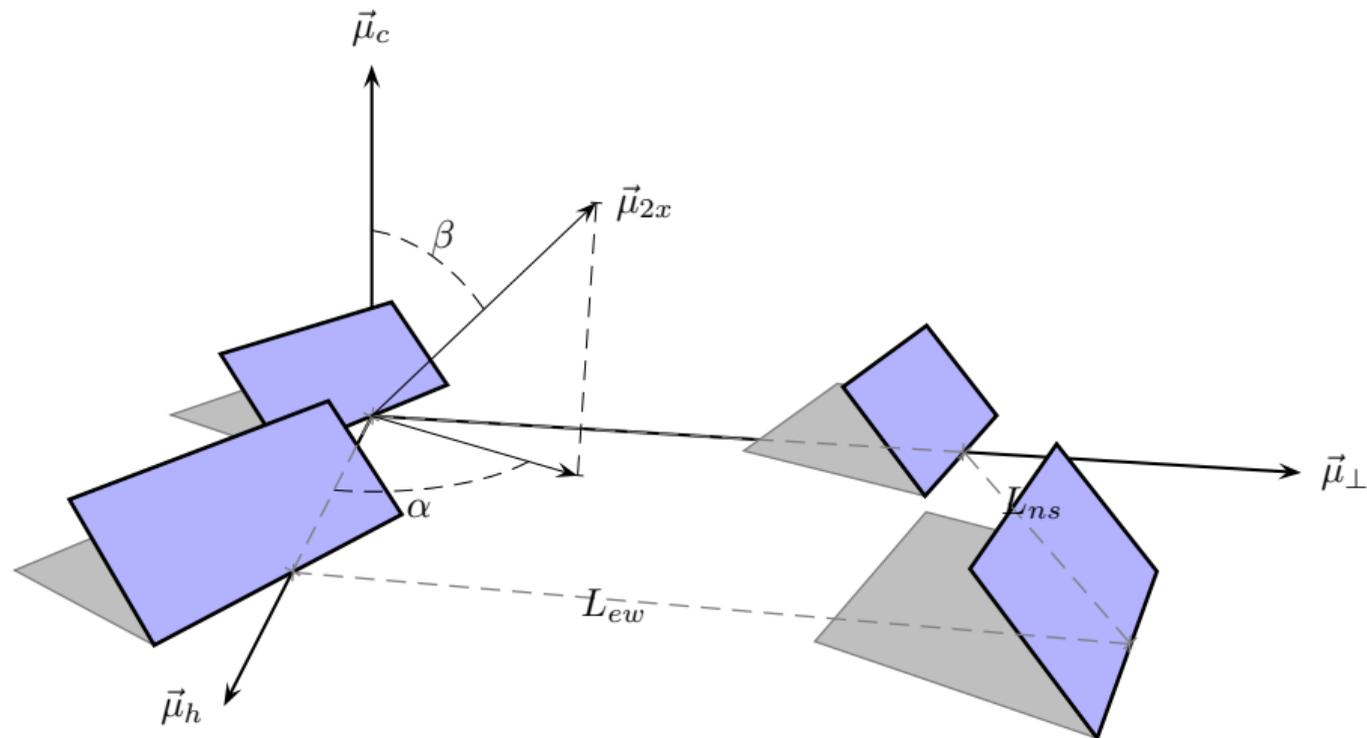


# Ángulo de Incidencia Seguidor 1x NS

► 40°N



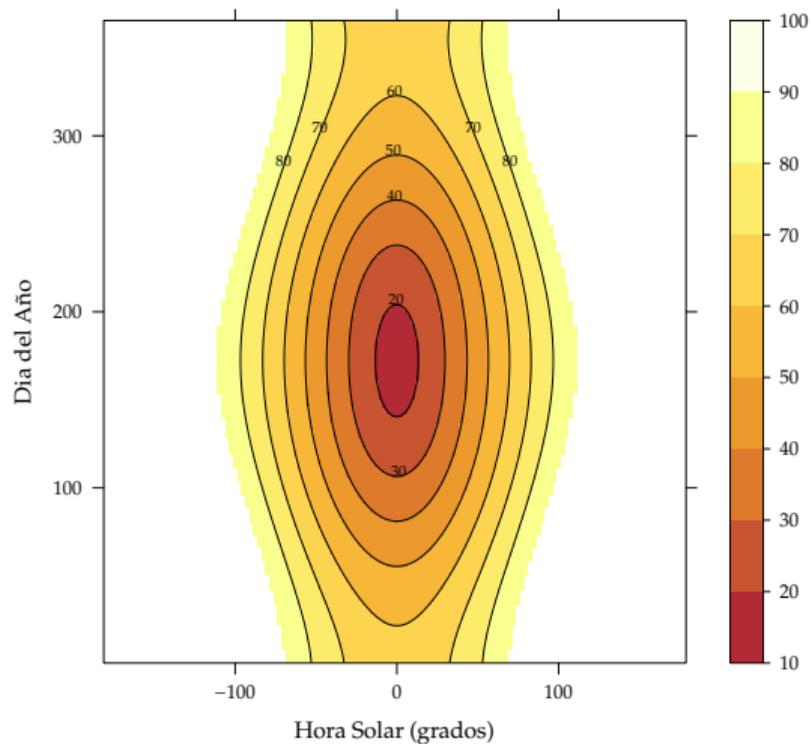
# Ángulo de Incidencia Seguidor 2x



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

# Inclinación Seguidor 2x

► 40°N

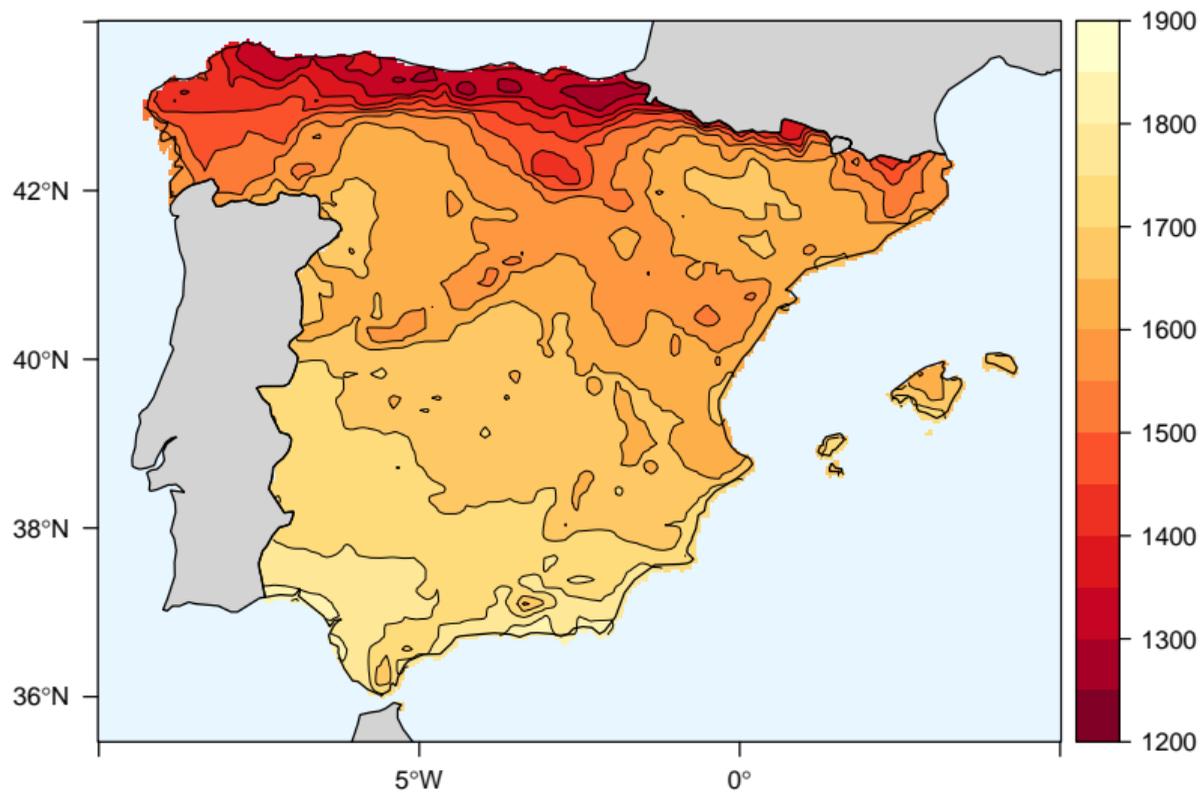


① Tipos de Sistemas

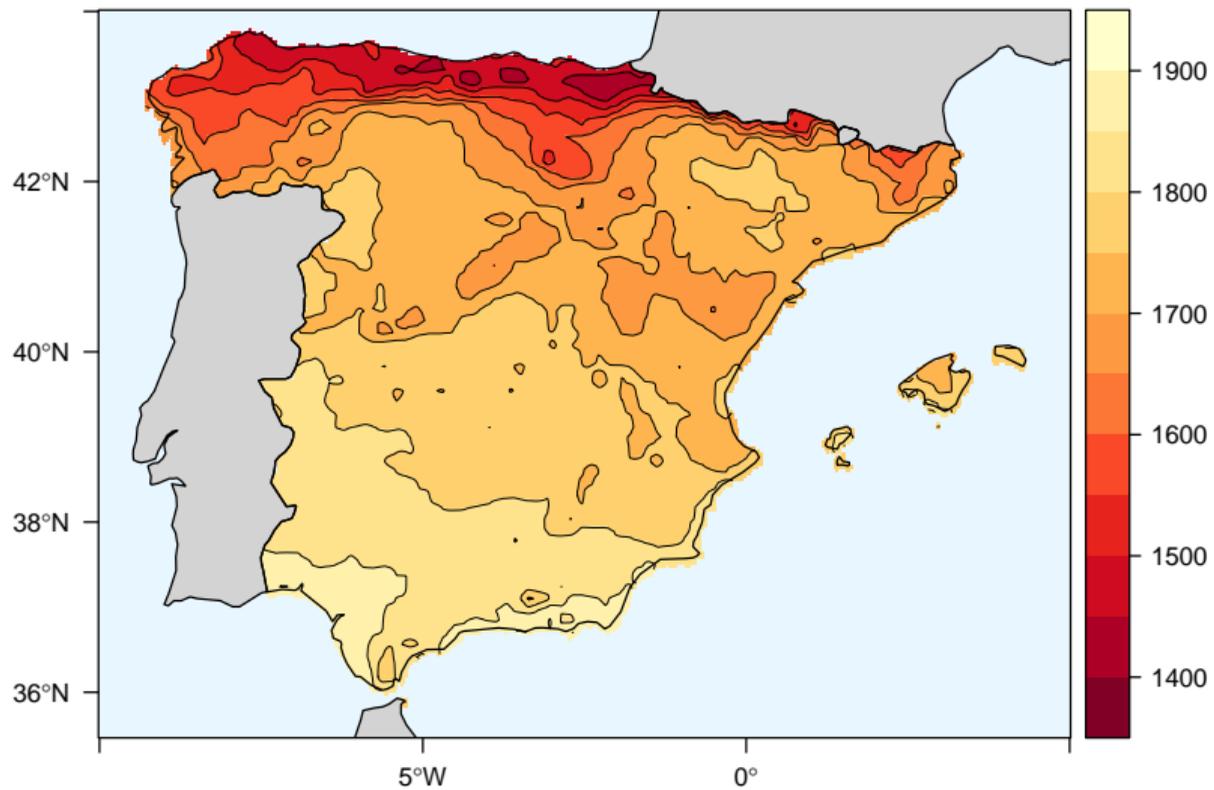
② Geometría de los sistemas fotovoltaicos

③ Radiación Efectiva según tipologías

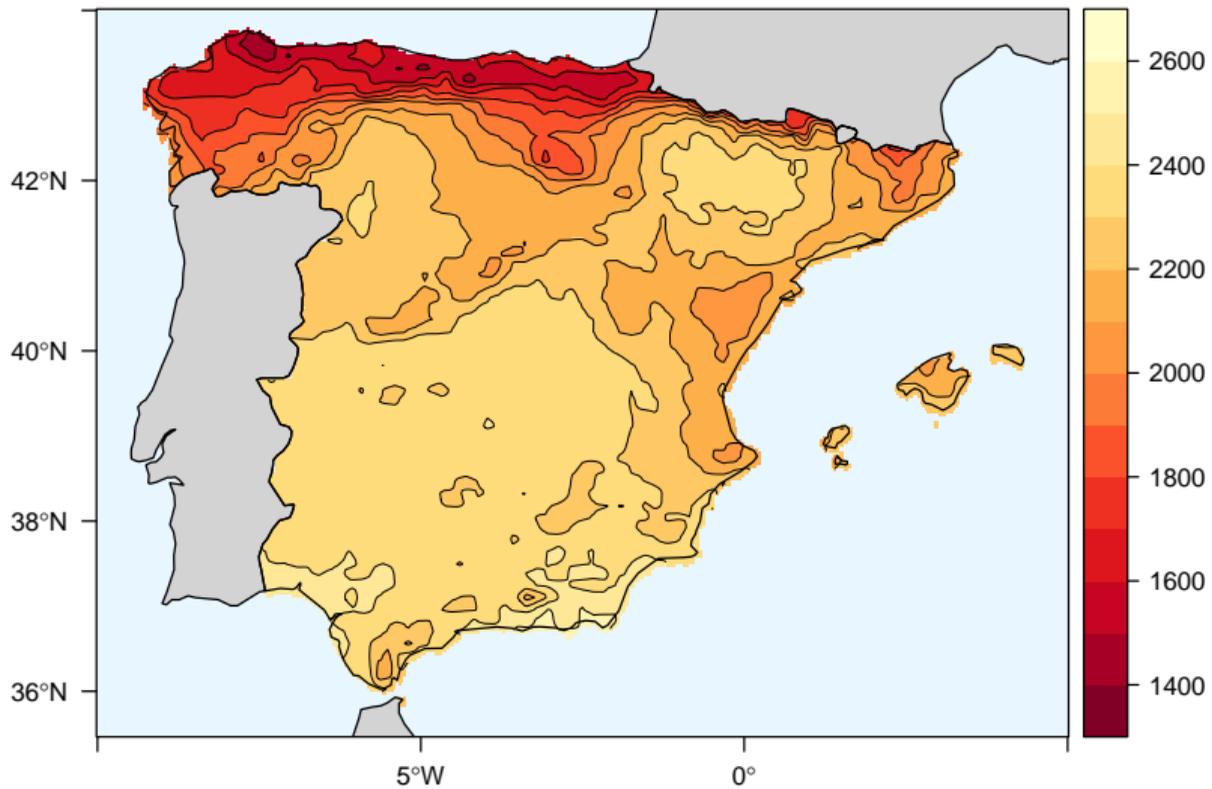
## Referencia: radiación en plano horizontal



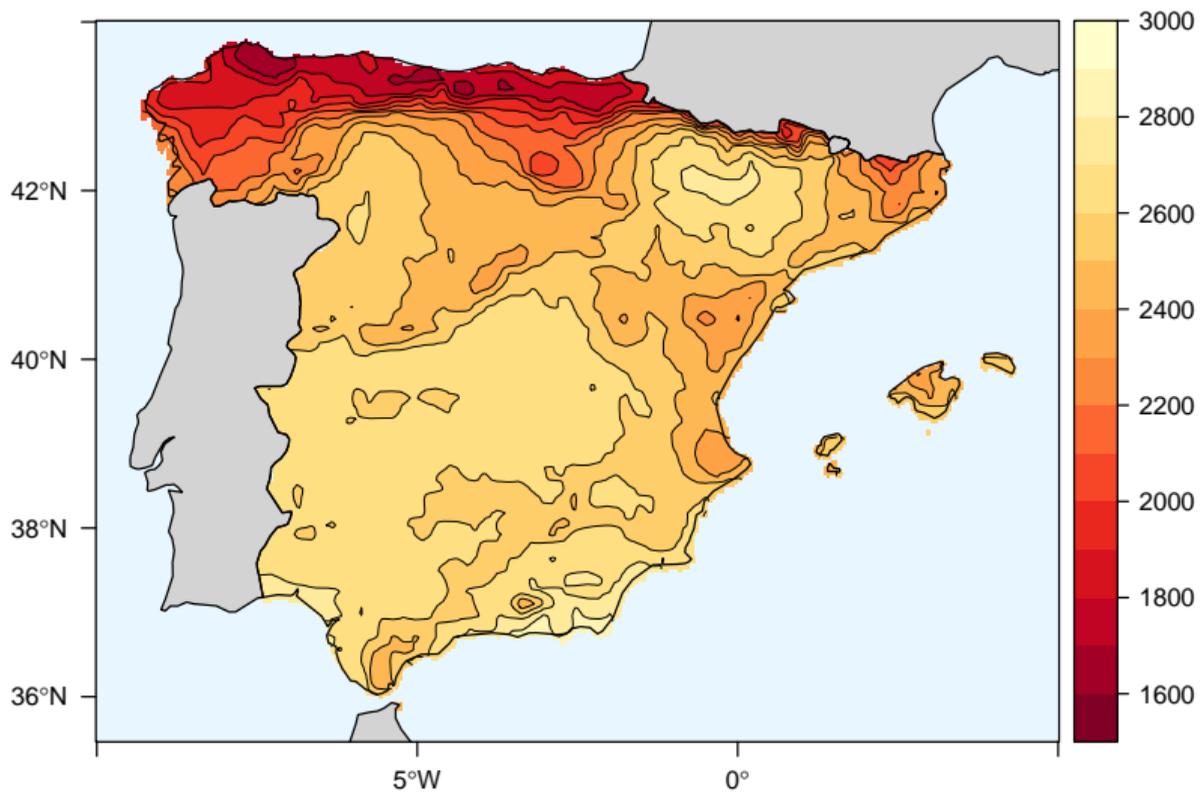
## Radiación en Sistema estático



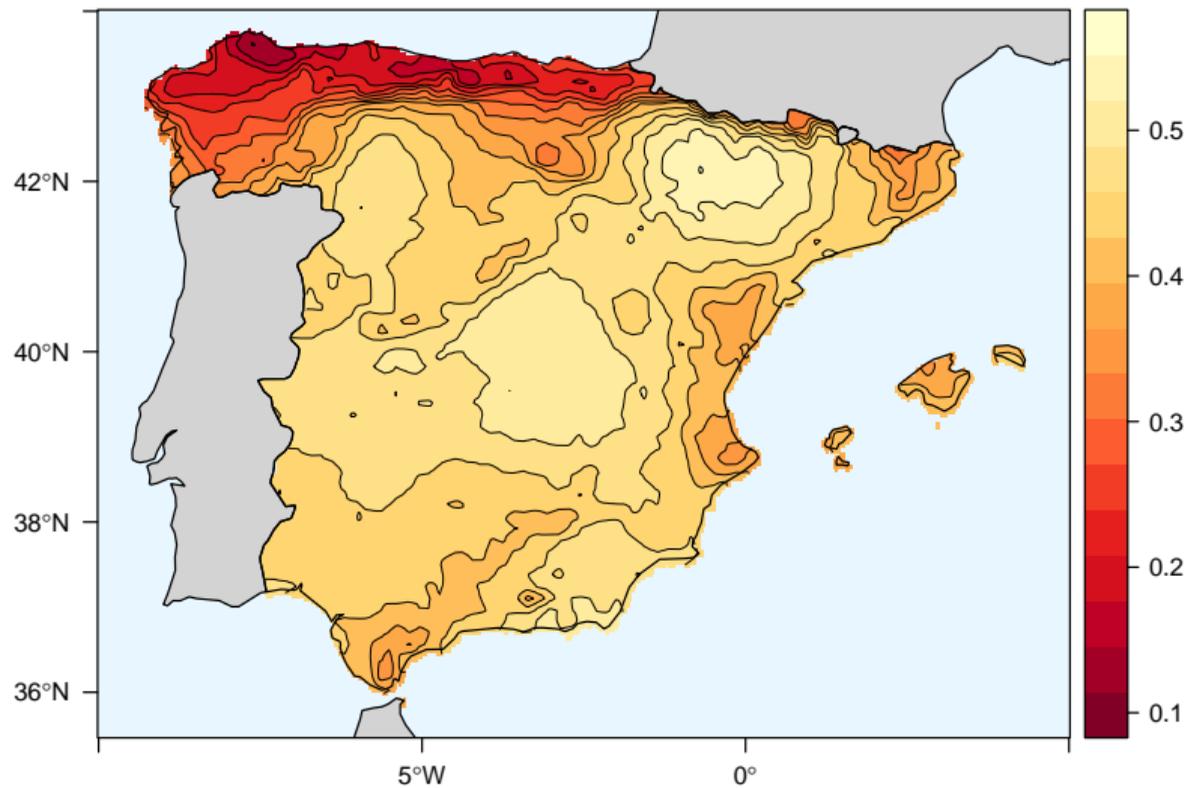
# Radiación en Seguimiento Eje Horizontal



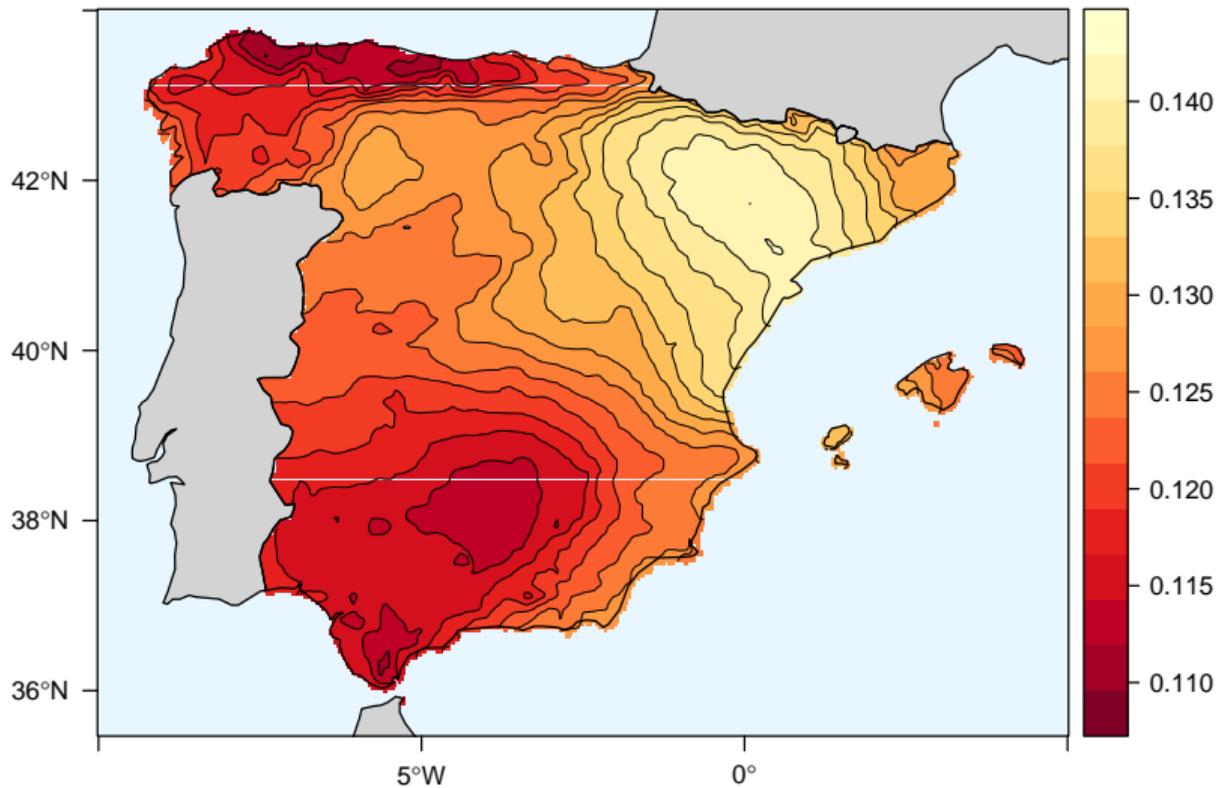
# Radiación en Seguimiento Doble Eje



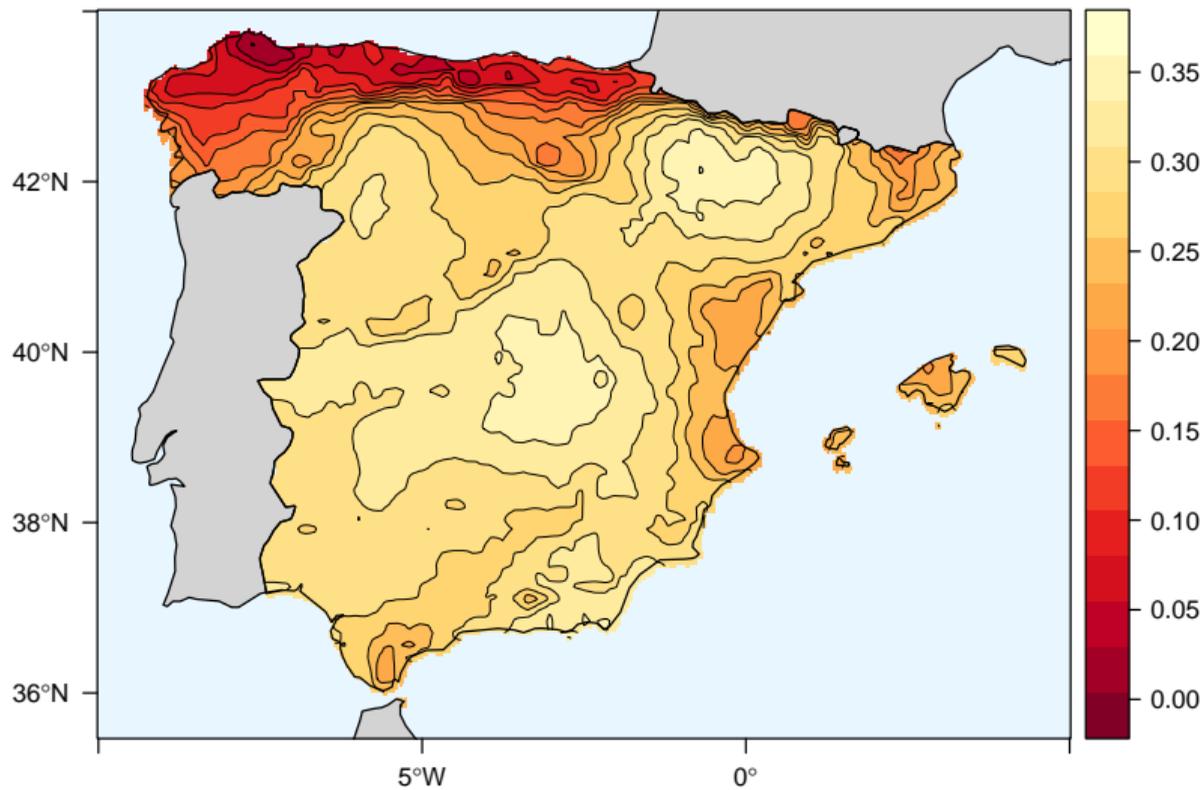
# Comparación Doble Eje-Estática



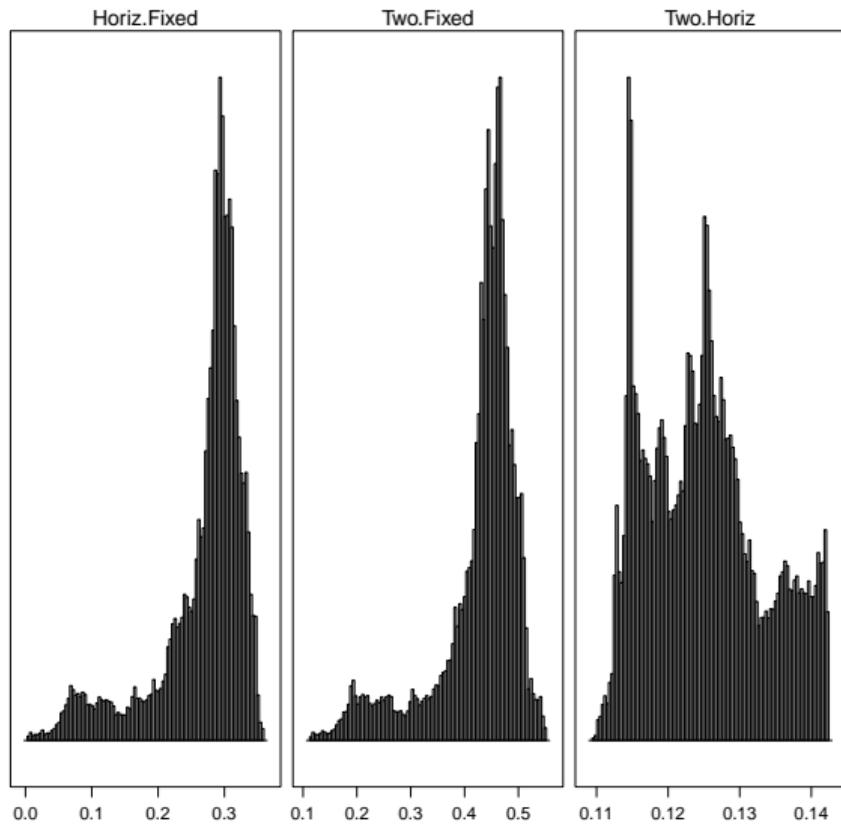
## Comparación Doble Eje - Horizontal



## Comparación Eje Horizontal - Estática



# Comparación entre Sistemas



# Comparación entre Sistemas

