

# Energías Renovables – Fotovoltaica

Dr. Ing. Jorge E. Núñez Mc Leod

Director División de Sistemas Tecnológicos Complejos  
Instituto CEDIAC - Facultad de Ingeniería - UNCuyo

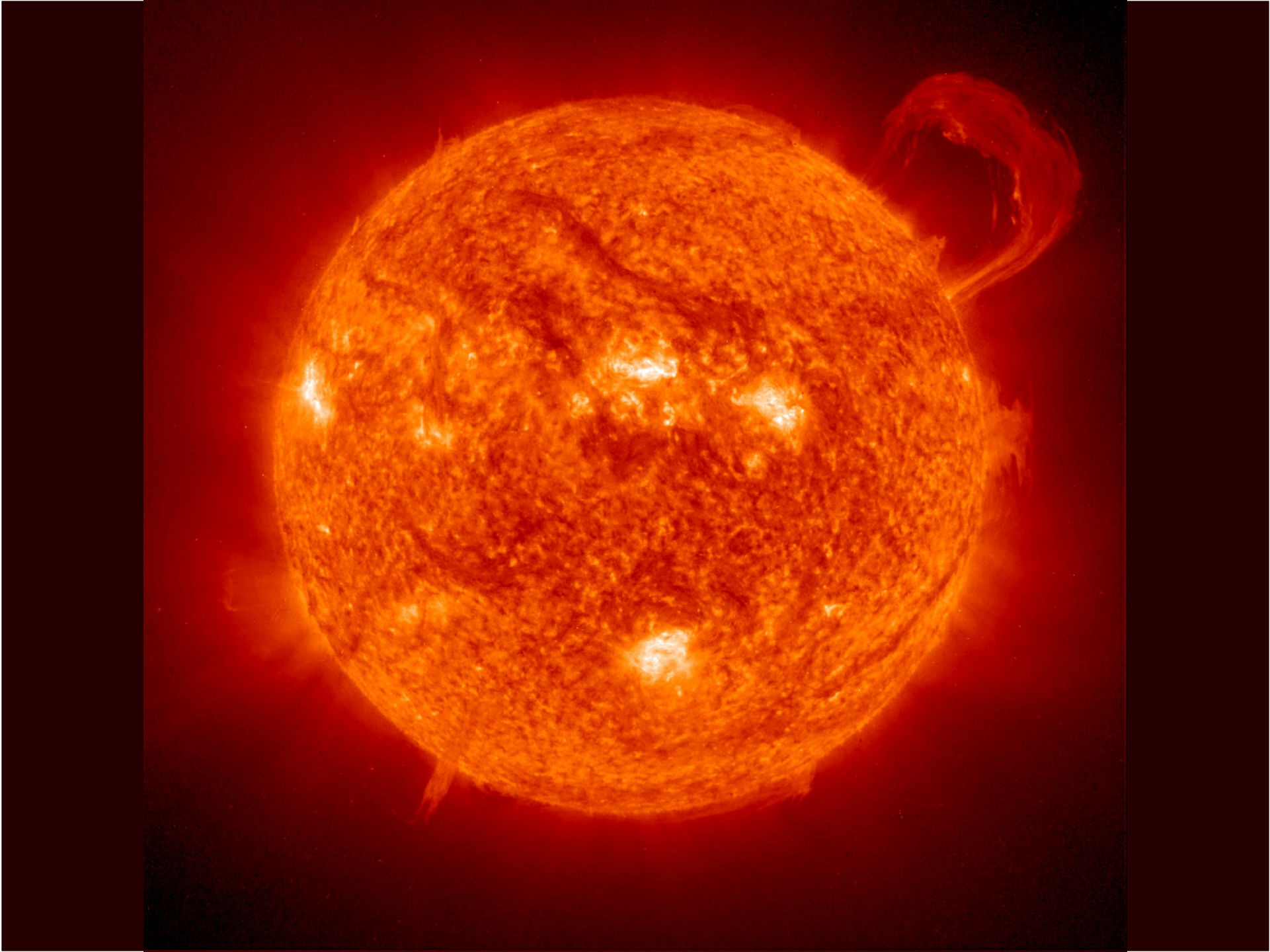
email: jnmcleod@gmail.com

**Linked in** <https://www.linkedin.com/in/jnmcleod/>



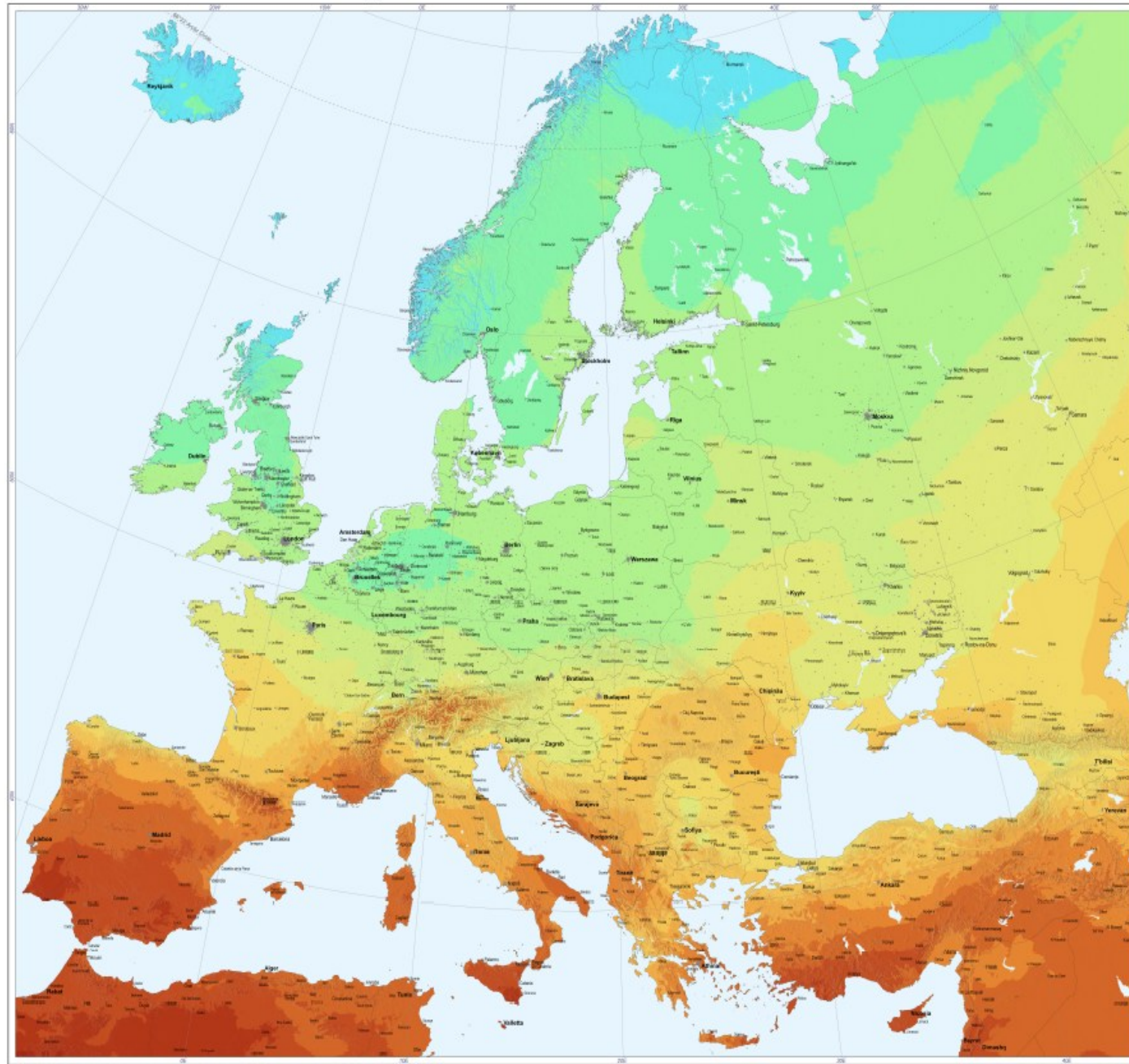
FACULTAD DE INGENIERIA  
en acción continua...



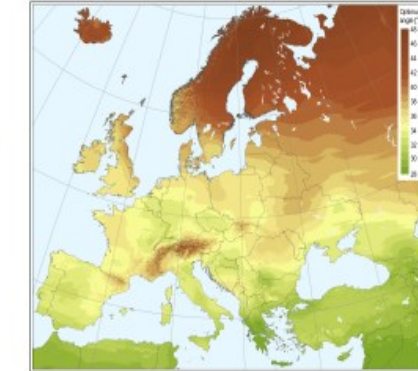




# Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



## Optimum inclination of PV modules to maximize yearly energy yield



## Orography and country names with ISO codes



## Data description

The PVGIS database is developed from measurements at 566 meteorological stations by combination of solar radiation model runs and spatial interpolation. It contains monthly and yearly averages representing the period 1961-1990.

Grid resolution (enhanced by terrain): 1 km x 1 km

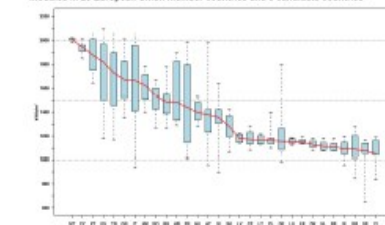
Map projection: Lambert azimuthal equal area, WGS 84, lat 48°, lon 15°

## Auxiliary data

- DISCO database © Eurostat 2006
- CORINE Land Cover 2000 (<http://newestral.at/eurostat/eurostat/CLC2000/>)
- Global Land Cover 2000 (<http://www.gym.jrc.it/glc2000/>)
- Digital terrain model SRTM-30 (<http://seamless.usgs.gov/>)
- City Population © Thomas Brückner 2005 (<http://www.citypopulation.de/>)

Note: the observation of the international boundaries and geographical names must not be considered authoritative

## Comparison of yearly global irradiation incident on optimally-inclined photovoltaic modules in 25 European Union member countries and 5 candidate countries



## Authors

Marcus Rüdiger, Thomas A. Huld, Ewen D. Burkop, Tomislav Čadež, European Commission - DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energy Unit, TP 450, I-21020 Ispra (VA), Italy

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

## ¿Qué es la energía solar?

- La energía solar es aquella proveniente de sol manifestada como radiación solar sobre nuestro planeta.
- La radiación solar es utilizada naturalmente a través de los procesos fototérmicos y fotoquímicos.
- Se han desarrollado procesos tecnológicos para aprovechar la radiación solar basados en:
  - Procesos Fototérmicos
  - Procesos Fotoquímicos
  - Procesos Fotovoltaicos
- La energía solar promedio es  $\sim 5,4 \text{ GJ/m}^2 \cdot \text{año}$  que equivale a:
  - 1 barril de petróleo
  - 200 kg de carbón
  - $140 \text{ m}^3$  de gas natural

## Clasificación de las energías solares térmicas

Dependiendo de la incorporación de elementos mecánicos o eléctricos

- Energía solar (térmica) pasiva
- Energía solar (térmica) activa

Dependiendo de la temperatura de salida del sistema

- Energía solar térmica de baja temperatura ( $80^{\circ}$ - $100^{\circ}\text{C}$ )
- Energía solar térmica de media temperatura ( $80^{\circ}$ - $250^{\circ}\text{C}$ )
- Energía solar térmica de alta temperatura ( $250^{\circ}$ - $2000^{\circ}\text{C}$ )





## Clasificación de las energías solares térmicas según su aplicación

### Aplicaciones en el sector residencial

- Agua caliente sanitaria
- Calentamiento de piscinas
- Calefacción de edificios
- Refrigeración de edificios

### Aplicaciones en el entorno rural

- Secado solar
- Potabilización y desalinización de agua
- Cocinado solar

### Aplicaciones en el sector industrial

- Producción de electricidad
- Calor para procesos industriales

# Tipos de colectores concentradores

Tipos de  
colectores  
concentradores

Principio óptico

Concentradores por refracción (lentes)  
Concentradores por reflexión (espejos)  
Luminiscentes  
Holográficos

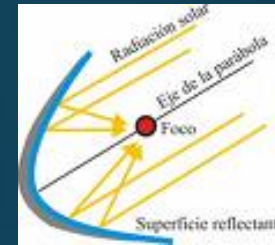


Forma del foco

Concentradores de "foco puntual"

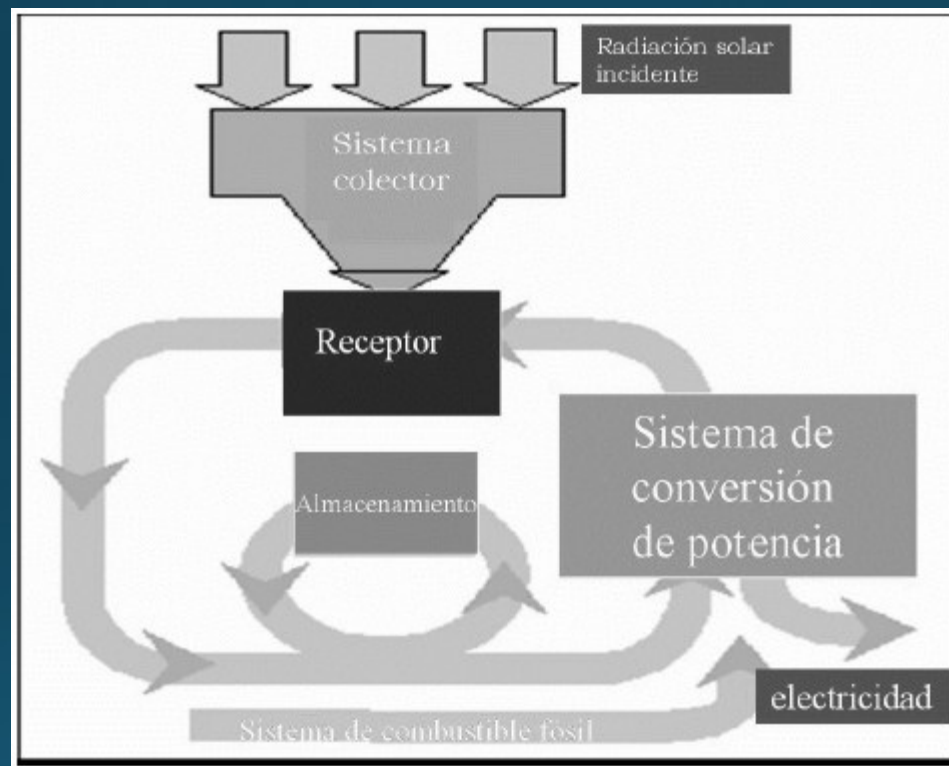
Concentrador paraboloide compuesto  
Lentes de Fresnel  
Discos parabólicos  
Campos colectores con torre central

Concentradores de "foco lineal"



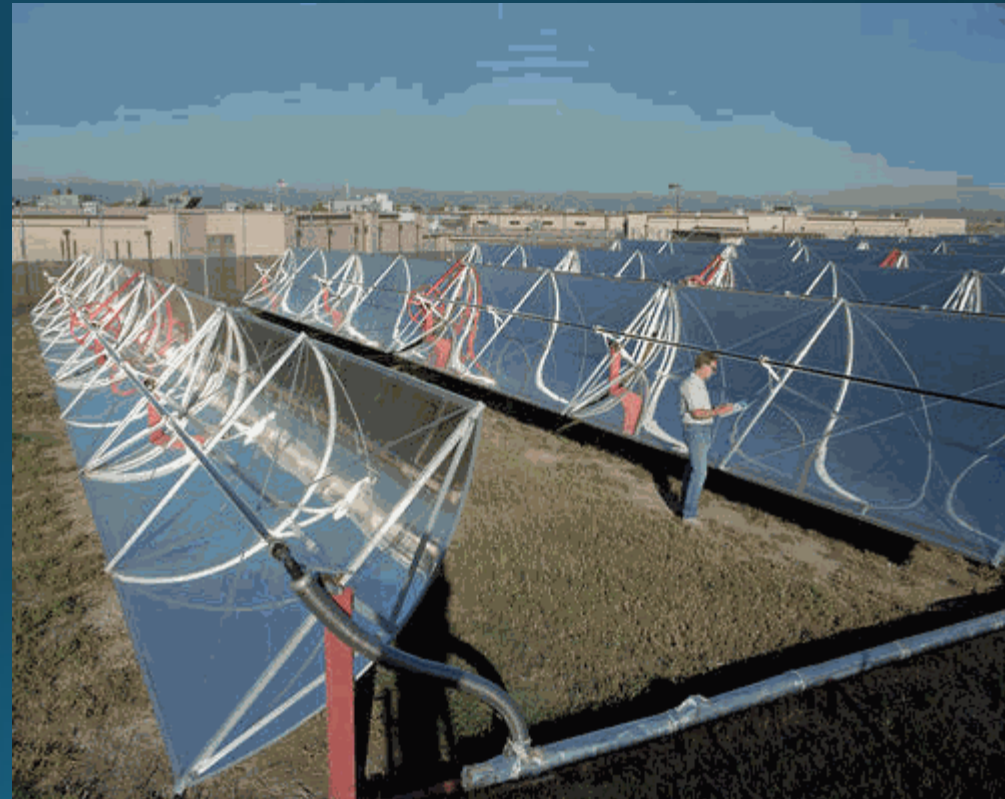
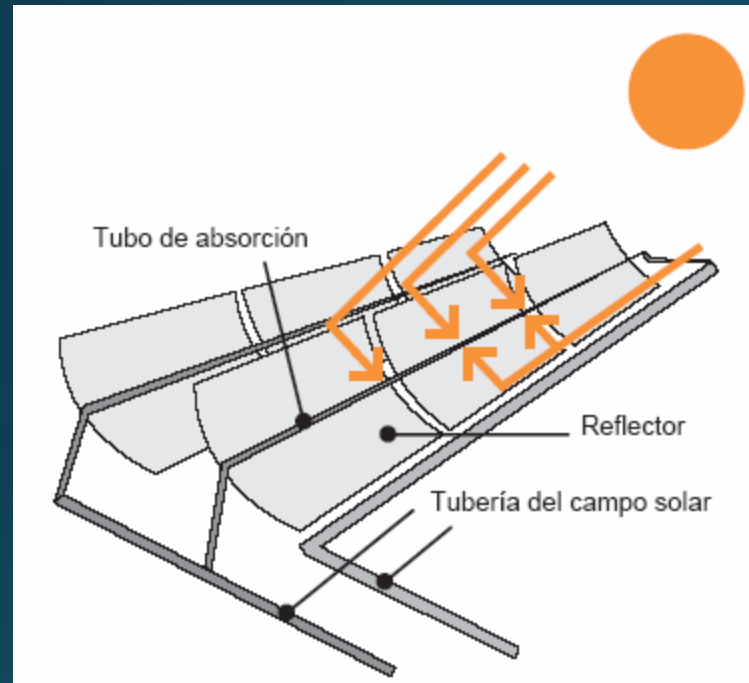
Razón geométrica de concentración/ángulo de aceptación

## Sistemas para la generación eléctrica

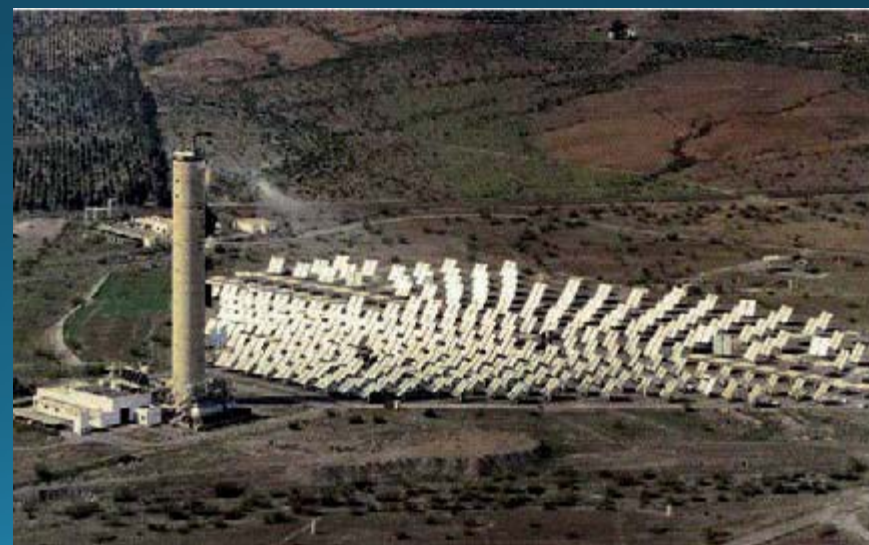
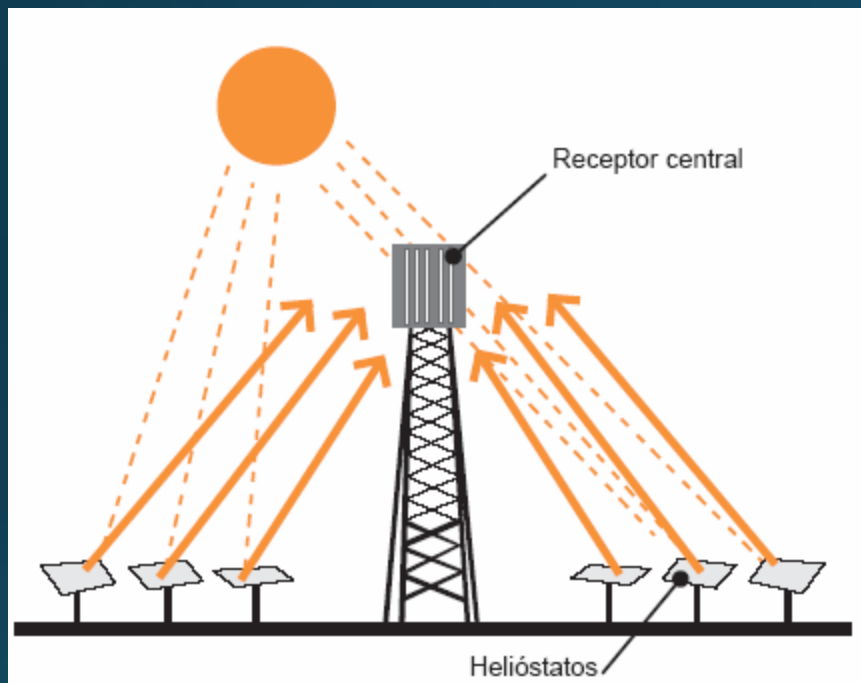




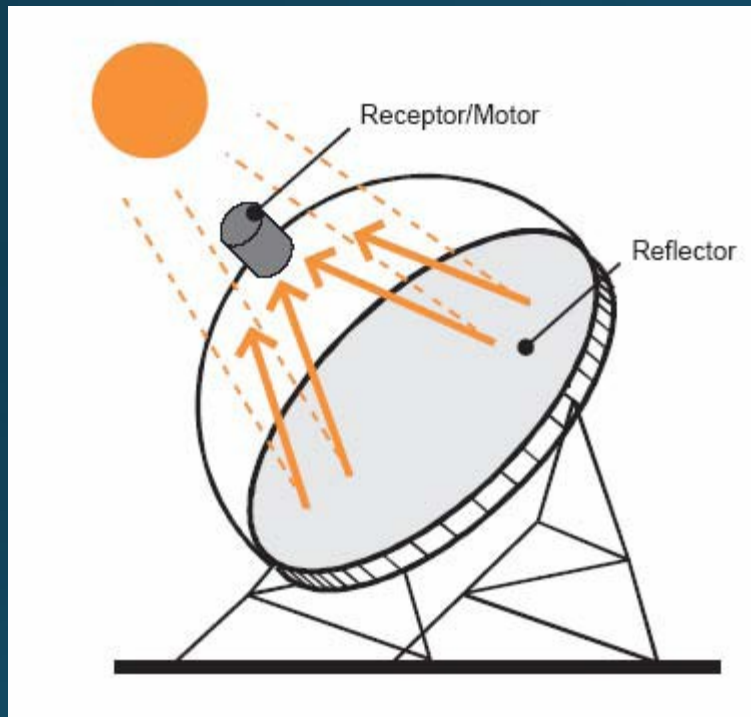
## Concentrador cilíndrico-parabólico



## Concentrador central en torre

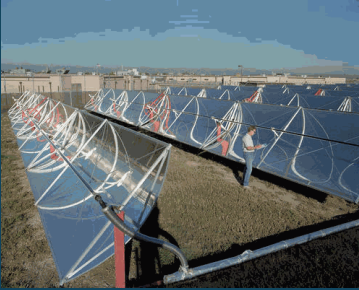




## Disco parabólico





## Comparación de características de Centrales Energéticas Termosolares

	<b>Cilindro parabólicos</b>	<b>Receptor central</b>	<b>Discos parabólicos</b>
			
<b>Potencia</b>	30-80 MW	10-200 MW	5-25 kW
<b>Temperatura de operación</b>	<200 - 450 °C	500° - 1.500 °C	650° - 800°C
<b>Factor de capacidad anual</b>	23-50%	20-77 %	25%
<b>Eficiencia pico</b>	20%	23 %	29.4 %
<b>Eficiencia neta anual</b>	11-16%	7-20%	12-25%
<b>Estado comercial</b>	Disponible comercialmente	Disponible comercialmente	Prototipos demostración
<b>Riesgo tecnológico</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>Almacenamiento disponible</b>	Limitado	Si	Baterías
<b>Fluido térmico</b>	Aceites	Sodio líquido, vapor saturado o sobrecalentado, sales de nitratos fundidas y aire	Aceite o vapor de agua



# Energía Fotovoltaica

# Energía Fotovoltaica

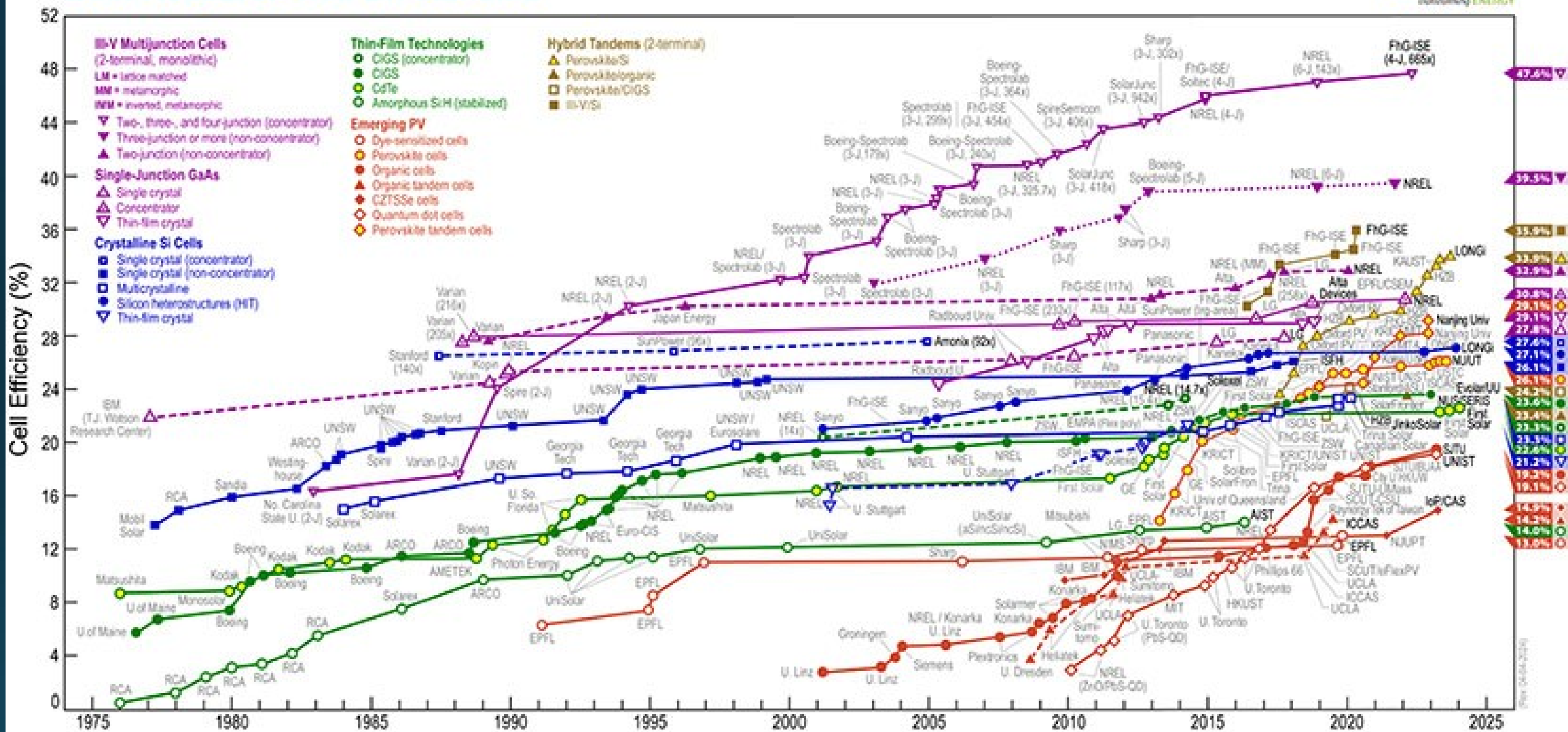
¿Qué podemos ver acá?



# Esquema de conexión hogareña básica



# Best Research-Cell Efficiencies





## Tecnologías en el gráfico

- **III-V multijunción:** apilan varias capas con distintos “bandgaps” (GaInP/GaAs/Ge, etc.) y, con *concentradores*, logran los récords mundiales; carísimas, típicas de satélites y fotovoltaica de concentración.
- **GaAs de juntura simple:** altísima eficiencia por celda única y gran tolerancia a la radiación; uso espacial y nichos, costo elevado.
- **Silicio cristalino (c-Si)**
  - *Monocristalino (no concentrador):* el estándar en hogares; alta eficiencia, costo competitivo.
  - *Monocristalino con concentrador:* variantes para sistemas con óptica de concentración.
  - *Multicristalino (poly-Si):* más barato, algo menos eficiente; hoy menos común que mono.
  - *Heteroestructuras (HJT/TOPCon):* arquitectura avanzada sobre mono-Si; empuja los límites de eficiencia en laboratorio y módulos comerciales.
  - *Silicio de película delgada:* capas muy finas sobre sustratos baratos; eficiencia menor, pero liviano.
- **Películas delgadas (no Si)**
  - *CdTe:* líder industrial en thin-film; buen rendimiento en alta temperatura y luz difusa.
  - *CIGS/CIGSe:* alta eficiencia en laboratorio, potencial en sustratos flexibles; fabricación compleja.
  - *a-Si:H (amorfo):* muy barato y flexible, pero con eficiencia baja y degradación inicial (Staebler-Wronski).
- **Fotovoltaica emergente**
  - *Perovskitas (1-junction):* suben rápido en eficiencia y pueden fabricarse a bajo costo; retos de estabilidad y uso de plomo.
  - *Perovskita tándem:* perovskita + otra celda (p. ej., Si o CIGS) para superar límites de una sola juntura.
  - *Orgánicas (OPV):* polímeros/moléculas; ligeras, semitransparentes y coloreables; eficiencia y durabilidad más bajas.
  - *Sensibilizadas por colorante (DSSC):* funcionan bien con baja iluminación; potencias modestas.
  - *Puntos cuánticos (QD):* banda prohibida ajustable por tamaño; aún en desarrollo.
  - *Kesteritas (CZT(S,Se)) y SnS:* alternativas sin elementos críticos (In/Ga/Cd); eficiencias todavía por detrás.