



**Seminario sobre
ENERGIA SOLAR**

20-21 de Febrero 2006

Consejo Social, Universidad Politécnica de Madrid

2ª Jornada, día 21 de febrero, 2006

**2ª Sesión: Tecnología y aplicaciones especiales de la
energía solar**

D. Alberto Abánades

Profesor de Termotecnia, ETSII-UPM

**“Aplicaciones y sinergias para el desarrollo de la
energía solar térmica”**



Sinergias y aplicaciones de la energía solar térmica

Alberto Abánades Velasco

Prof. Termotecnia

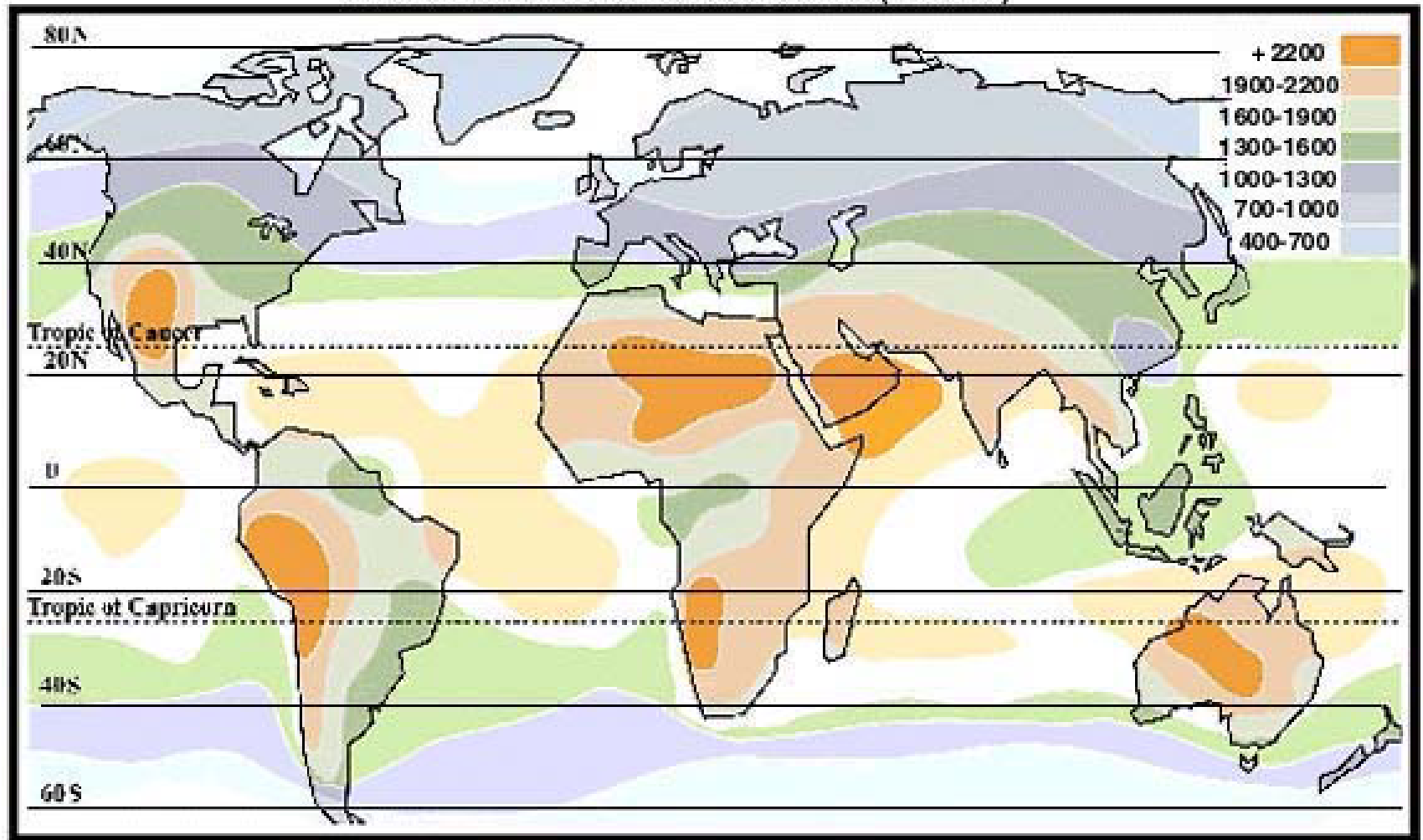
ETSII-UPM

Índice de la presentación

- Recurso solar
- Principios básicos de funcionamiento de un colector solar y tipos de colectores.
- Aplicaciones más comunes en baja temperatura.
- Análisis de ciclo de vida de instalaciones más comunes:
 - A.C.S.
 - A.C.S. + Calefacción.
 - A.C.S. + Calefacción + Climaticación

Recurso solar

WORLD SOLAR ANNUAL RADIATION (kWh/m²)



Temperatura de equilibrio radiante

- Es la máxima temperatura que puede alcanzar la placa absorbente de un panel solar, al no proporcionar calor útil.
- El equilibrio entre energía que **llega a la placa absorbente** por radiación y la que **emite al ambiente** que le rodea como consecuencia de su temperatura y en ausencia de convección se representa como:

$$\cancel{U\Delta T} + \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^{*4} = \alpha_s \cdot G \cdot \cos \theta$$

- En donde la temperatura de equilibrio es:

$$T^* = \left(\frac{\alpha_s \cdot G \cdot \cos \theta}{\varepsilon \cdot \sigma} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Ejemplo: $G=1000 \text{ W/m}^2$
cuerpo negro $\alpha = \varepsilon$
 $\cos\theta=1$

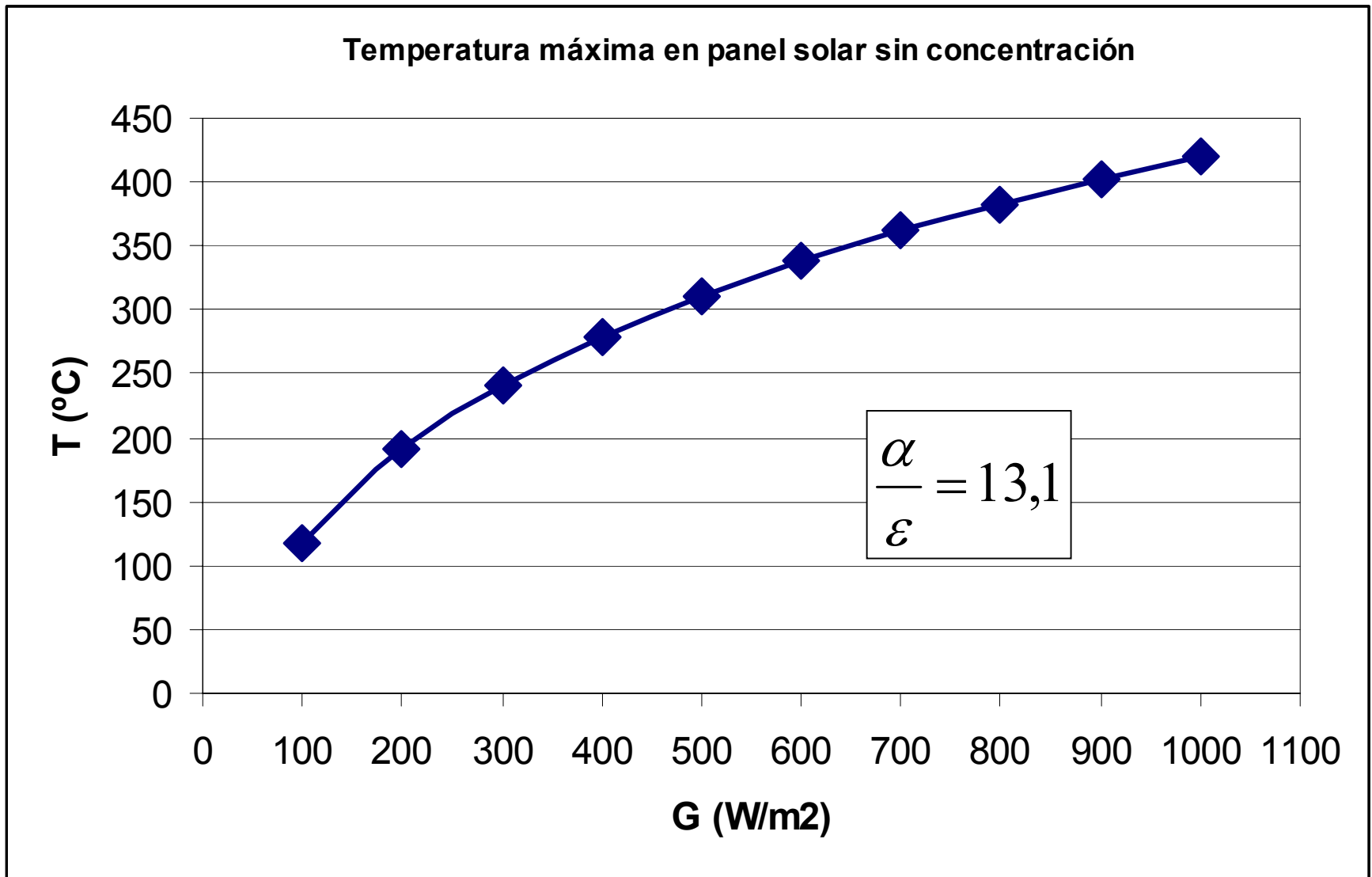
$$T^* = 364 \text{ K (91 } ^\circ\text{C)}$$

Tipos de colectores

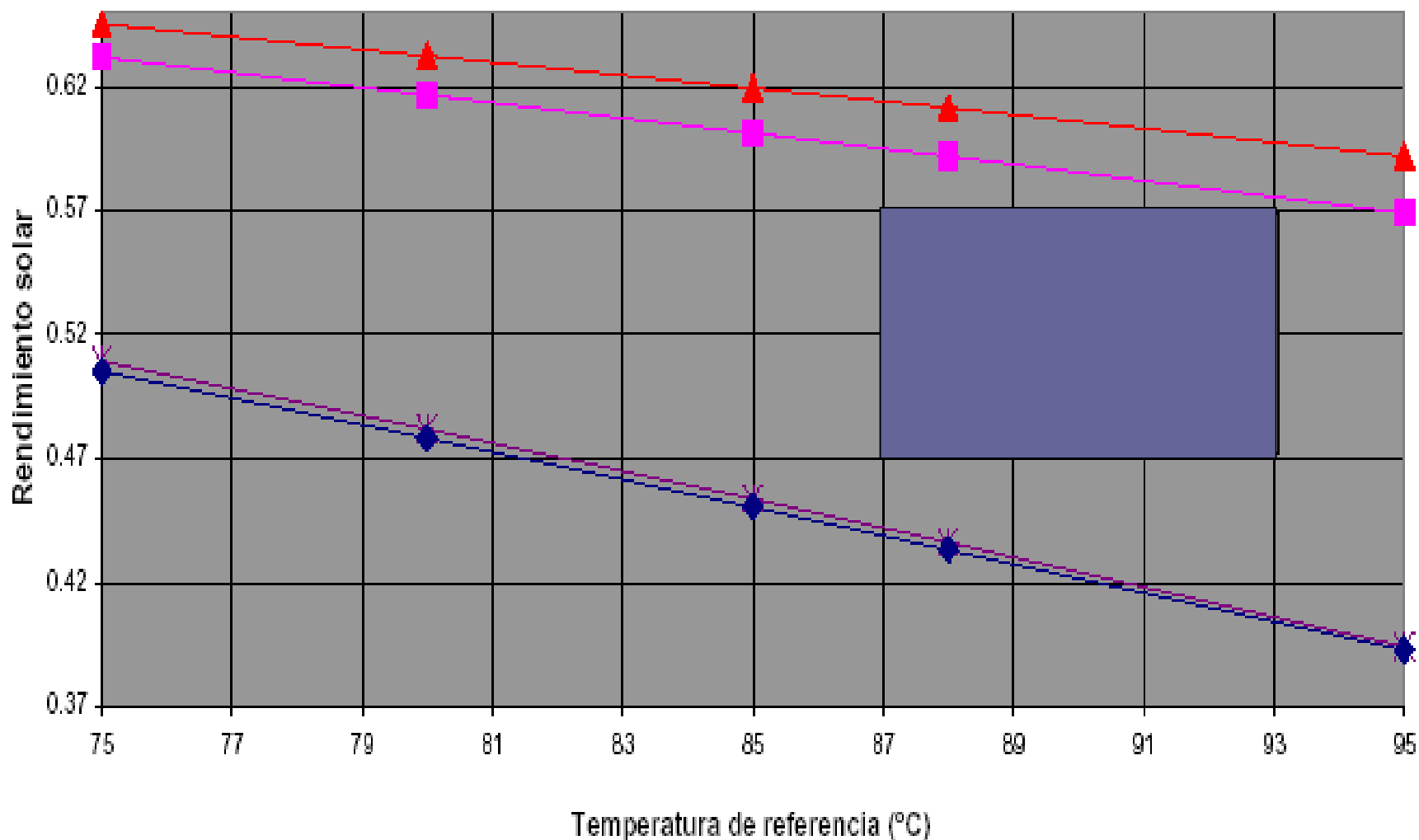
- **Colectores planos estándar.**
 - Estructura robusta y sencilla.
 - Calidad variable en función de materiales.
 - Relación favorable entre precio y rendimiento a baja temperatura.
 - Atractivo estético.
- **Colectores de tubo de vacío.**
 - Temperaturas de trabajo superiores.
 - Pérdidas térmicas reducidas.
 - Costes superiores.



Límite teórico sin concentración (sin pérdidas)



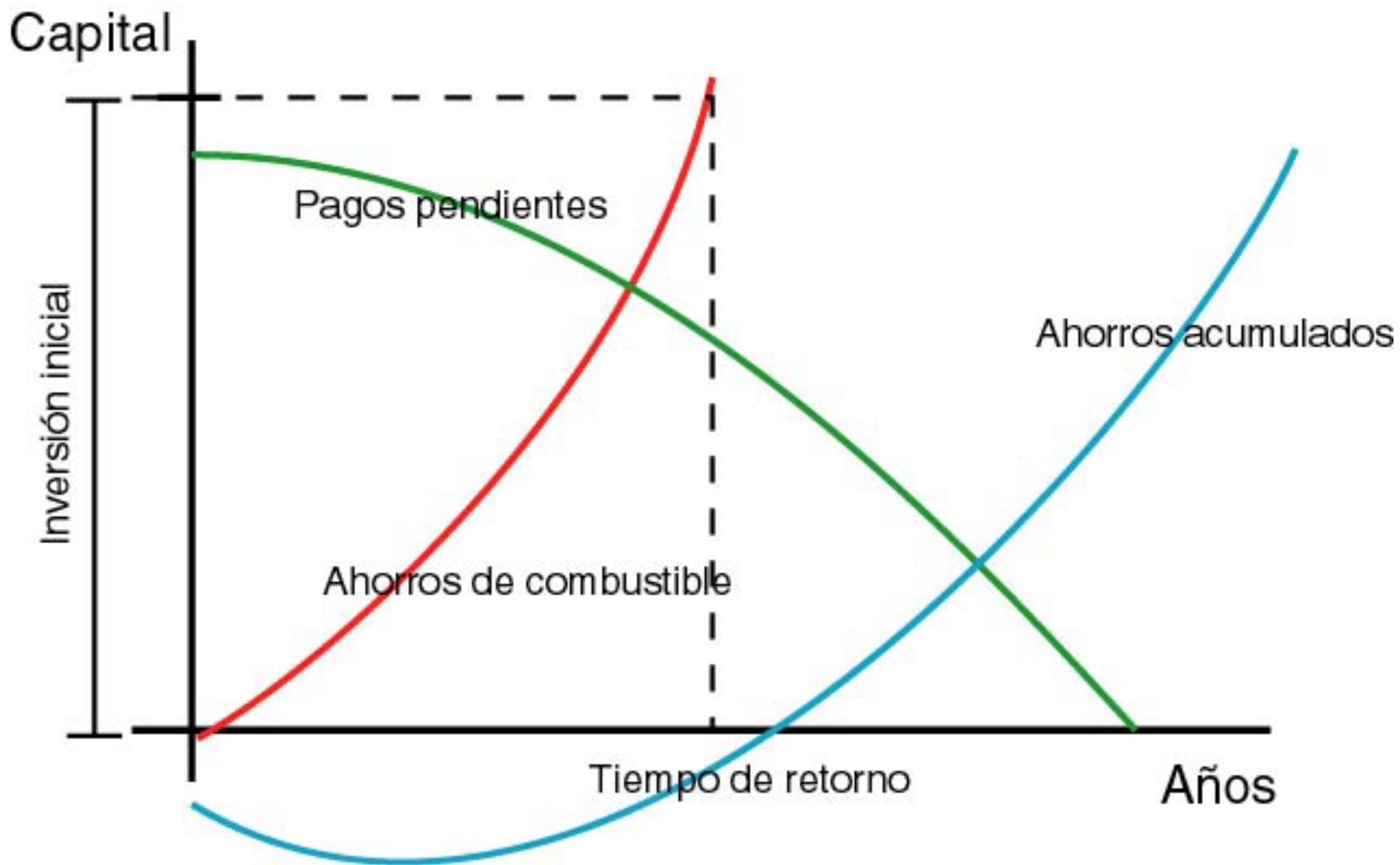
Rendimiento paneles



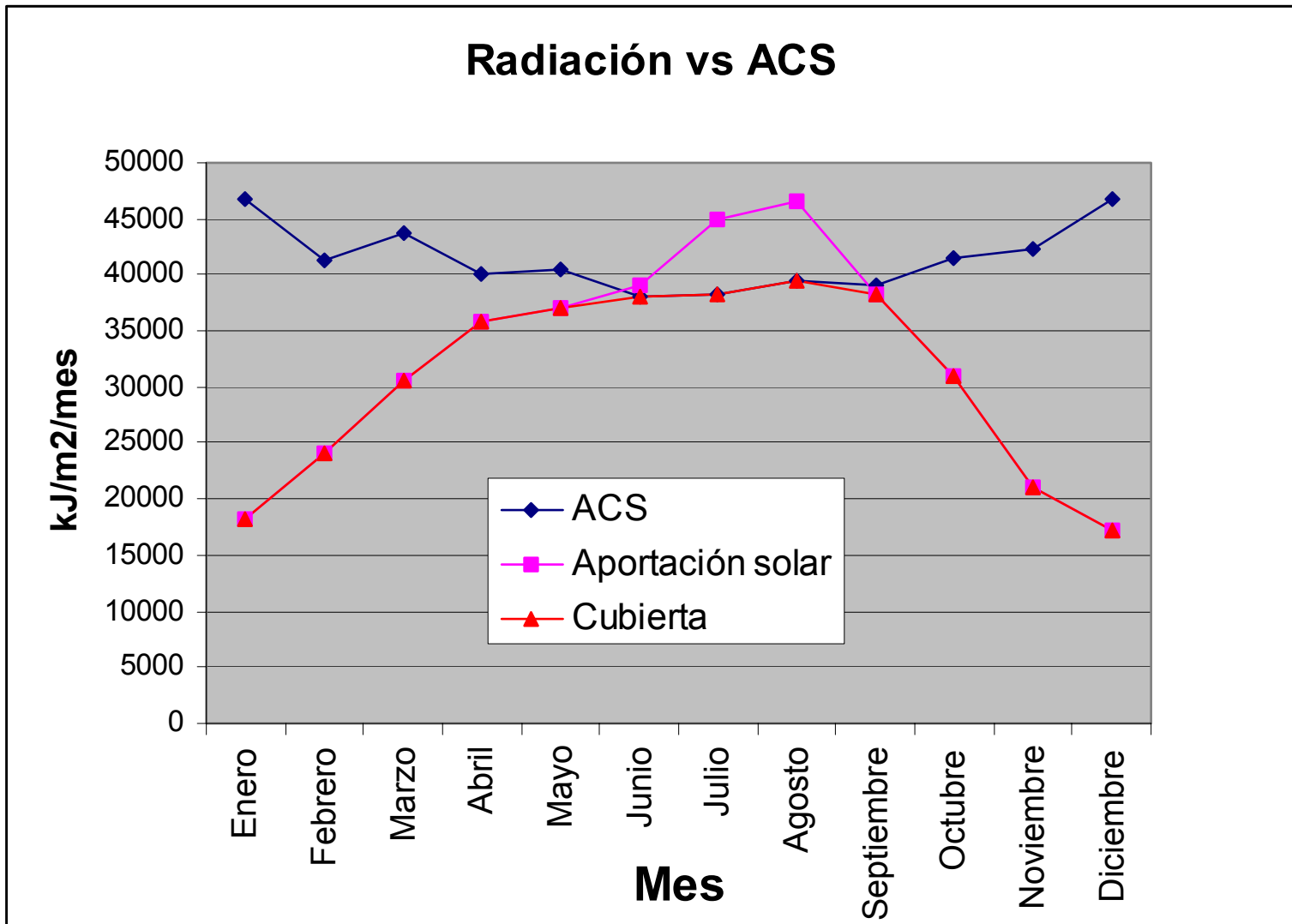
Aplicaciones solares térmicas

- Producción de Agua Caliente Sanitaria.
- Producción de A.C.S. y apoyo a la climatización.
- Calefacción solar de distrito.
- Climatización solar.
- Calefacción solar por aire.

Análisis Ciclo de vida-Retorno de la inversión

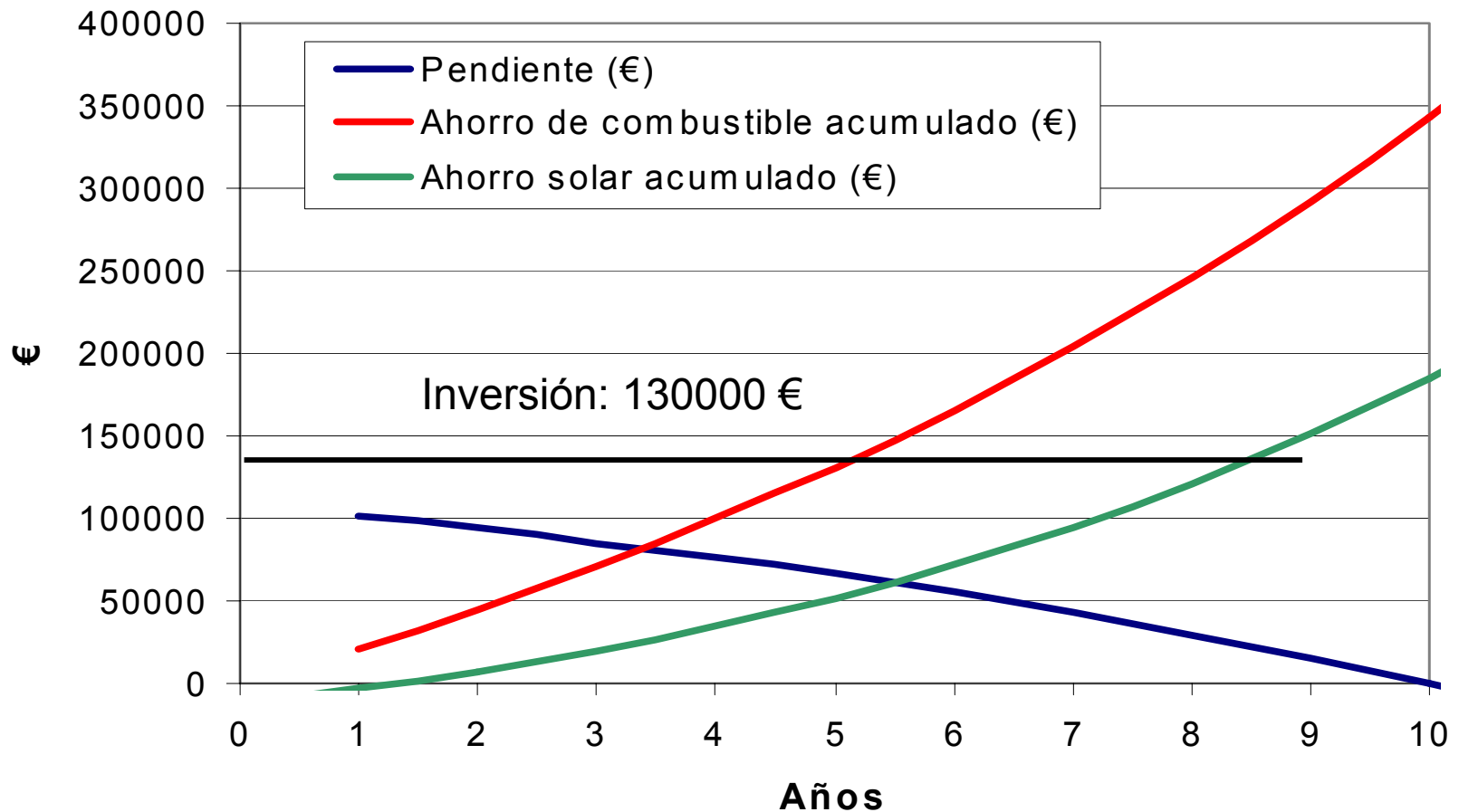


Cobertura demanda ACS con solar

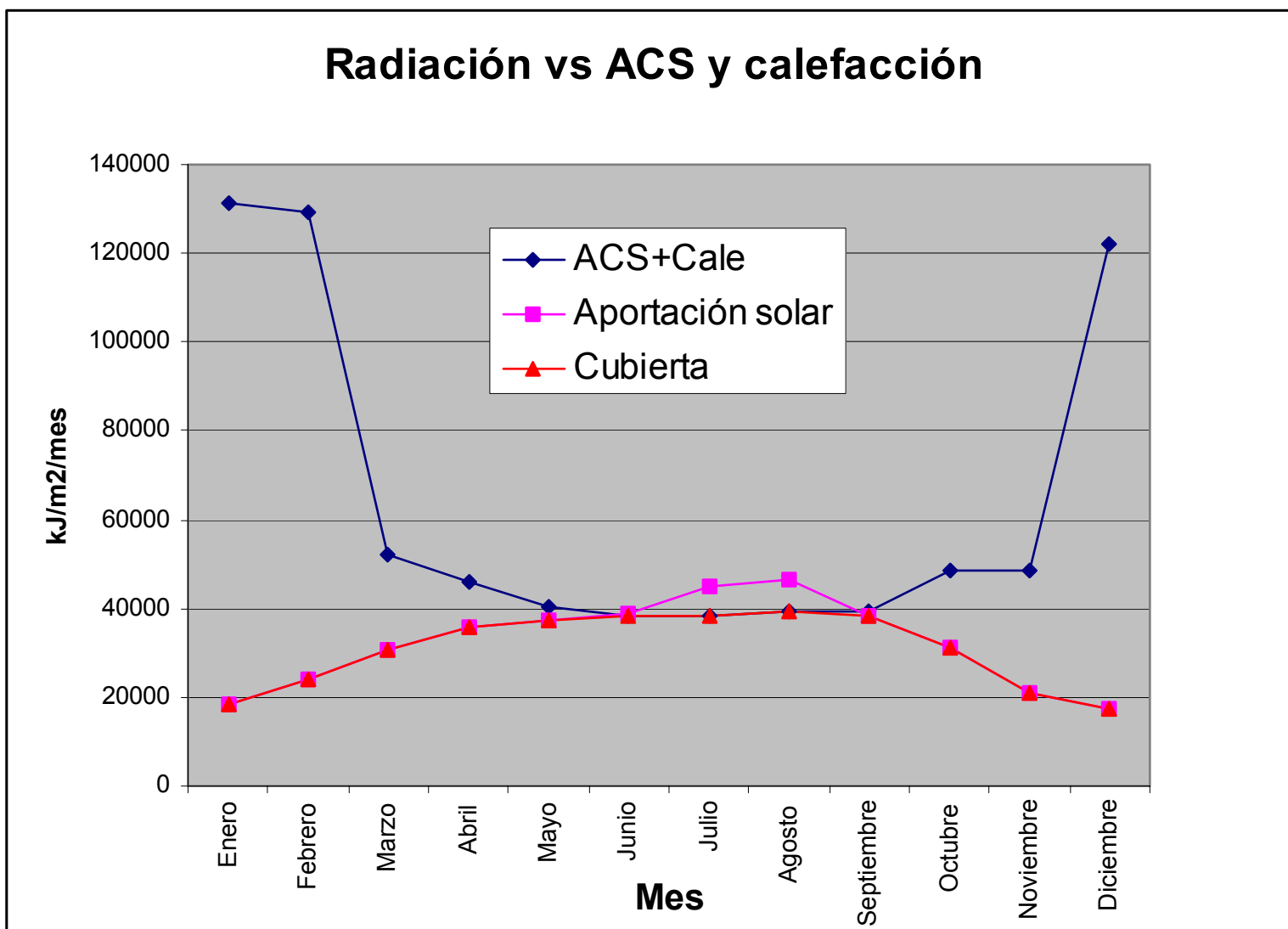


Ciclo de vida ACS

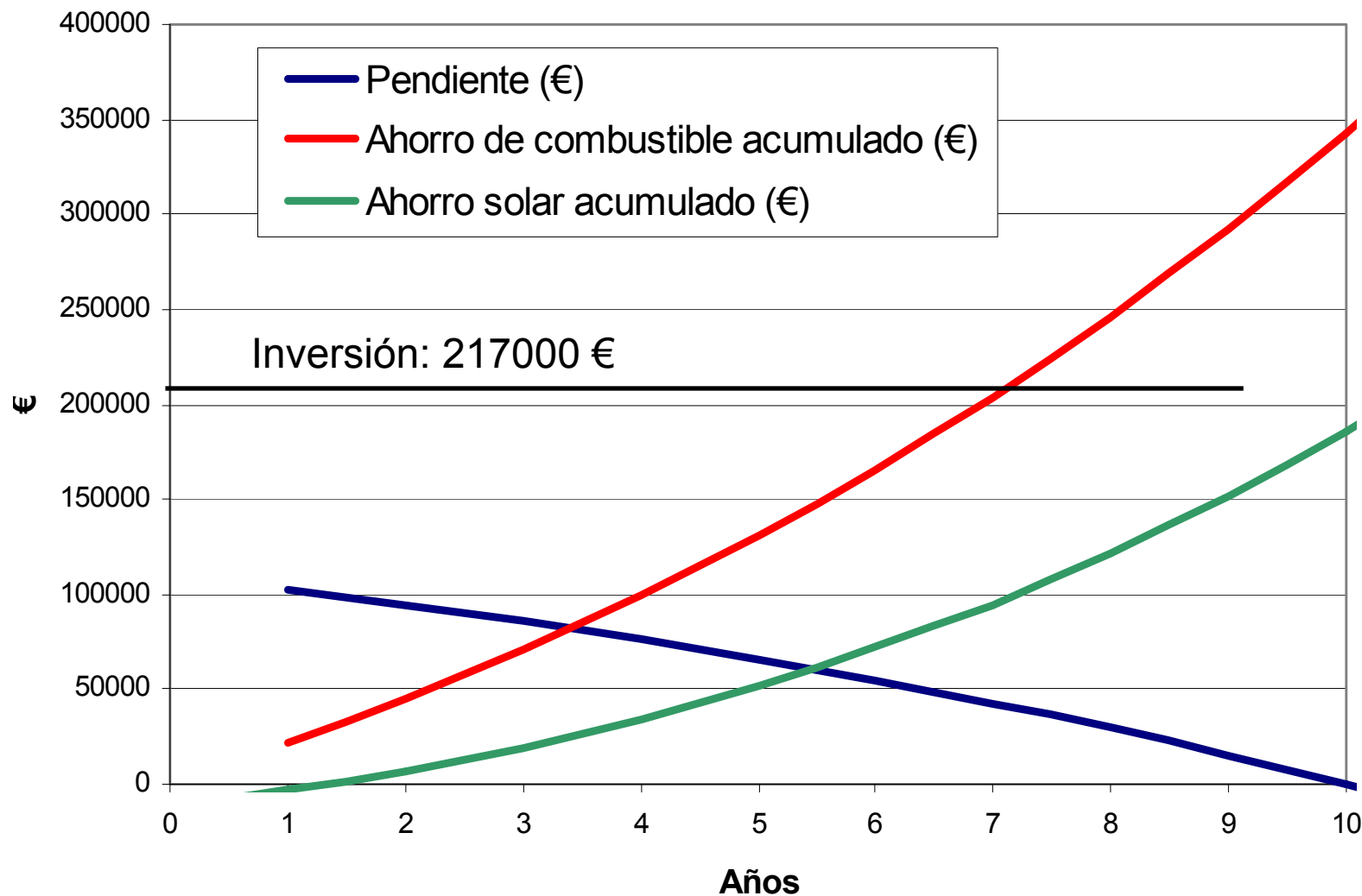
Análisis de ciclo de vida ACS



Cobertura ACS y calefacción

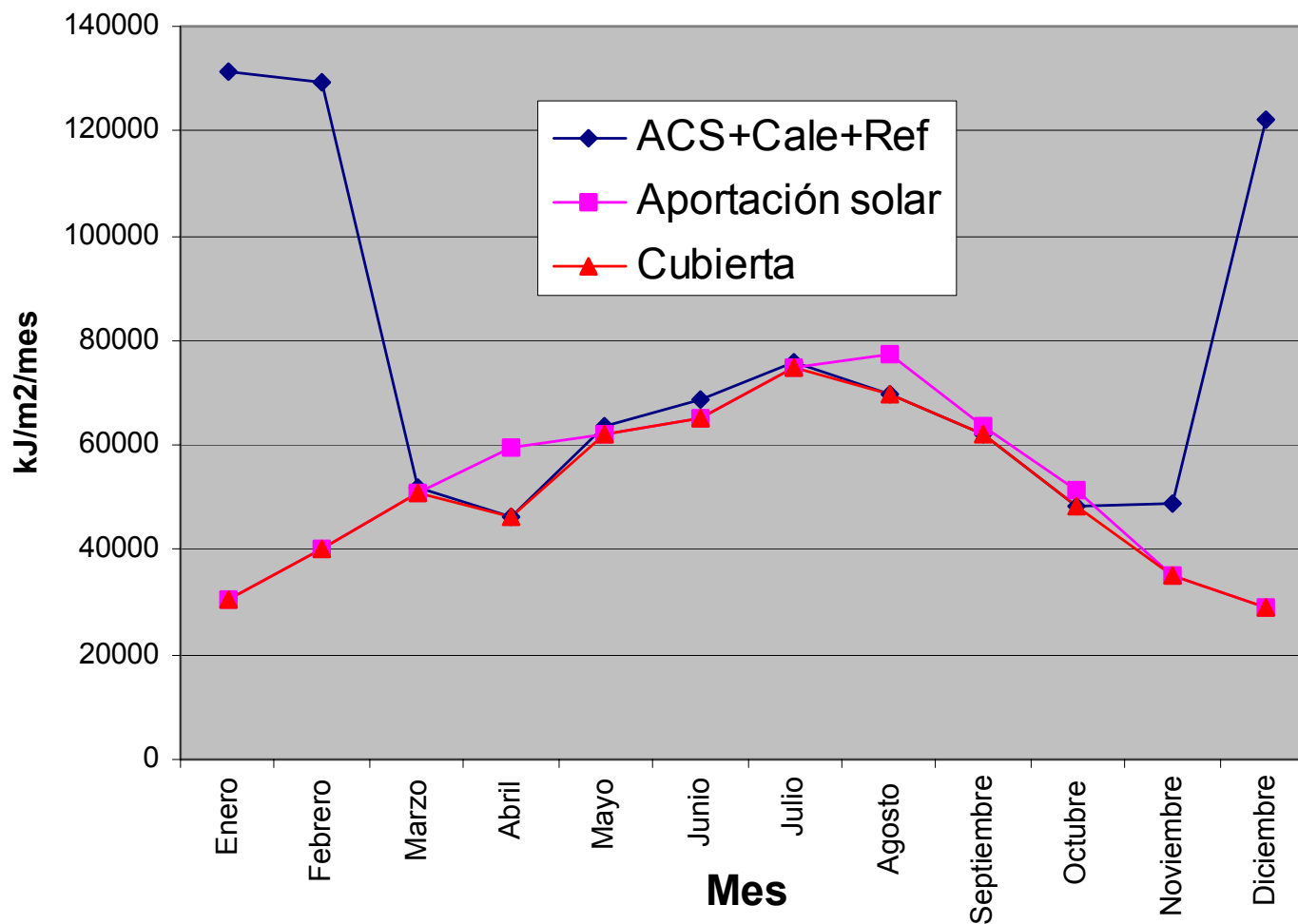


Ciclo de vida ACS + Calefacción



Cobertura ACS+Calefacción+Refrigeración

Radiación vs ACS, calefacción y refrigeración



Tecnologías de refrigeración solar

Proceso	Cerrado		Abierto	
Circuito	Circuito cerrado		Refrigerante (agua) en contacto con la atmósfera	
Principio	Producción de agua frío		Deshumidificación de aire y refrigeración por evaporación	
Absorbente	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Pares de sustancias	Agua/Gel de Sílice; Amoniaco/Sal	Bromuro de Litio/Agua; Amoniaco/Agua	Agua/Gel de Sílice; Agua/Celulosa de Cloruro de Litio	Agua/Cloruro de Calcio; Agua/Cloruro de Litio
Tecnología	Máquina de adsorción	Máquina de absorción	Enfriamiento desecativo	
COP	0,3-0,7	0,6-0,75 (s.e.) < 1,2 (d.e.)	0,5-1	>1
Temperaturas	60-95 °C	80-119 °C (s.e.) 130-160 °C (d.e)	45-95 °C	45-70 °C
Tecnología solar	Tubos de vacío/planos	Tubos de vacío/planos	Planos/Captador de Aire	Planos/Captador de Aire

Climatización solar

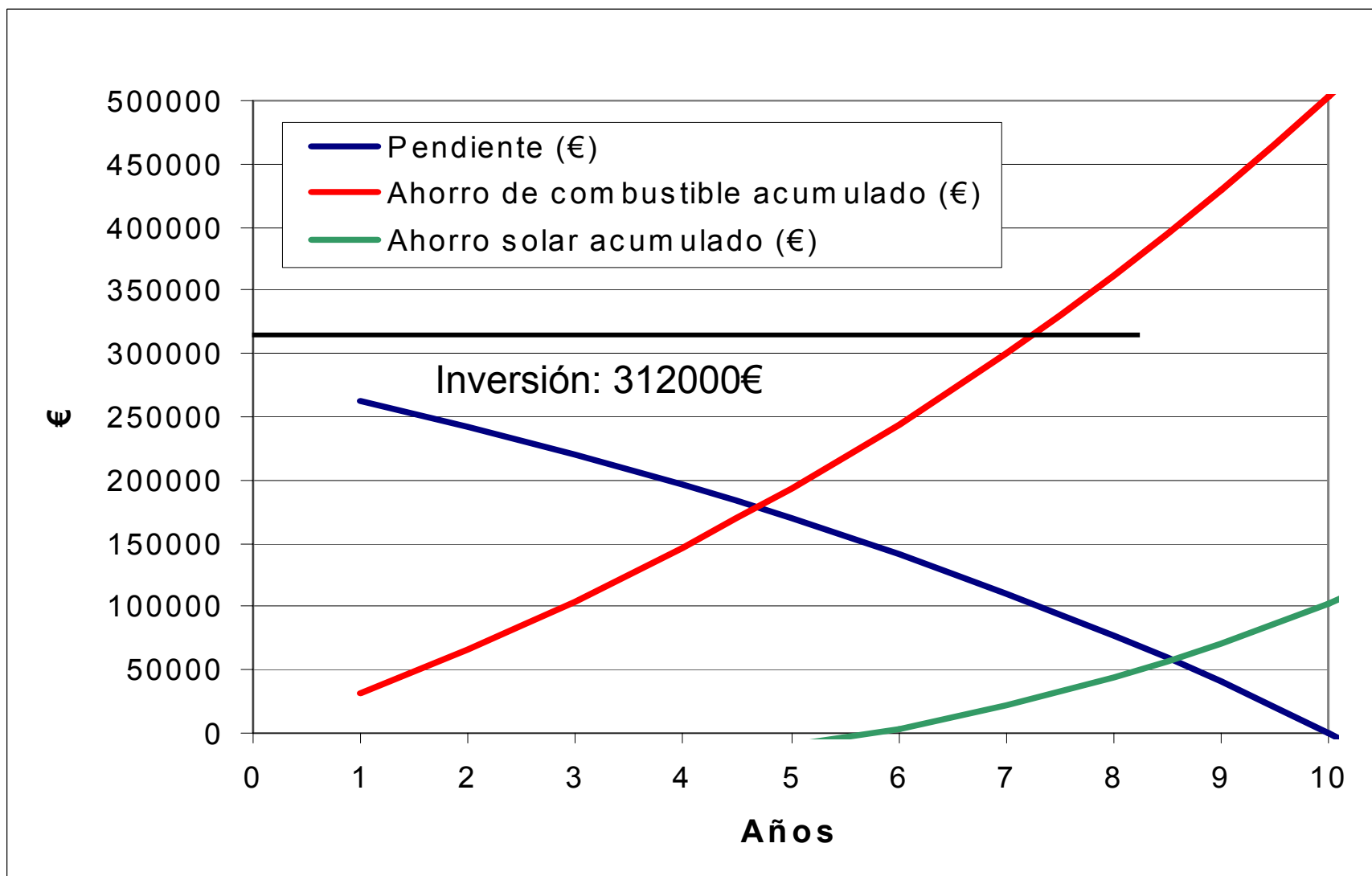
■ Ventajas:

- Reducción considerable del consumo de energía eléctrica para climatización.
- Coincidencia de recurso y demanda.
- No se utilizan refrigerantes con uso limitado por cuestiones ambientales (CFC's)
- Reducción de las emisiones de CO₂.

■ Inconvenientes:

- Complejidad mayor de la instalación.
- Coste.
- Mantenimiento

Análisis de ciclo de vida ACS+Cal+Ref



Conclusiones

- **Disponibilidad de recurso solar**, que utilizado eficientemente puede cubrir una parte considerable de la demanda energética en el sector doméstico y servicios.
- **Utilización eficiente de forma combinada** (ACS+Calefacción+Refrigeración) puede llegar a cubrir parte de esas necesidades (**55%**).
- La utilización de sistemas de climatización basados en tecnología solar térmica puede ser de enorme interés, y con coste razonable, de cara a **modulación de la demanda eléctrica en verano**, al tener potencial para reducir las puntas de consumo eléctrico actual de los sistemas de refrigeración por compresión mecánica.