



Este trabajo está bajo una licencia de [Creative Commons Licencia Reconocimiento-No-Comercial-Compartirigual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/).

**Instrucciones:** En las preguntas de test añadida entre los paréntesis V, F o deje en blanco según proceda, no tache ni agregue comentarios, salvo que se le solicite expresamente en el enunciado. Para que un enunciado sea verdadero, debe serlo en su totalidad. No se evaluará el texto fuera del espacio reservado para las contestaciones. Use el anverso o los márgenes para borrador o cálculos. El examen es sin ayuda de textos u otro material informativo, a excepción de una calculadora simple sin información. Las preguntas acertadas cuentan como +1/n hasta alcanzar los puntos indicados y las falladas como -1/2n en la parte tipo test o solo positivamente en los problemas, siendo n el número de cuestiones bajo un mismo encabezado. En la parte tipo test cualquier opción es posible, todas verdaderas, todas falsas o cualquier combinación de verdaderas y falsas. Lo no contestado cuenta como 0. Escriba los desarrollos matemáticos y cálculos donde se indica, de manera clara y concisa, pueden contribuir a la calificación. La comprensión de los enunciados forma parte del propio examen.

**Capítulo 8: Energía solar térmica y termoeléctrica.**

- ( F ) Los mayores coeficientes de concentración geométricos de todas las tecnologías convencionales actuales de electricidad termosolar los logran las centrales de torre y heliostatos.
- ( V ) En España hay al menos una central termosolar con capacidad de producir electricidad continuamente las 24 horas del día.
- ( F ) Al ocurrir naturalmente cambios en la irradiancia solar, el tiempo de reacción en la producción de electricidad de una central termosolar comercial convencional de canales cilindro-parabólicos conectada a red sin almacenamiento como las actuales comerciales en España, es de apenas algún minuto.
- ( V ) En la España peninsular en la actualidad el coste de producción actualizado (*LCOE*) de la electricidad termosolar y fotovoltaica por kWh, es superior al de la producción del mix eléctrico no renovable.
- ( V ) La intensidad (irradiancia) en operación que incide sobre el área de apertura de los espejos de un captador Fresnel convencional para central termosolar es aproximadamente la incidente sobre la horizontal a lo largo del día.
- ( F ) La intensidad (irradiancia) incidente sobre el área de apertura de los espejos de tipo canal parabólico de una central termosolar de concentración convencional con seguimiento en un eje, operando normalmente, es aproximadamente la normal a los rayos solares  $G_n$ , a lo largo del día.
- ( F ) Los colectores cilindro-parabólicos compuestos son los mayormente usados en las centrales termosolares actuales.
- ( F ) El sistema de almacenamiento de calor más difundido actualmente es con aceite térmico.

Sabiendo que la suma de los términos de una progresión geométrica tiene la siguiente expresión

$$\sum_{k=m}^n ar^k = \frac{a(r^{n+1} - r^m)}{r - 1}$$

obtener la expresión analítica explícita que proporciona la cantidad constante  $\dot{C}$  que cada año hay que aportar con interés anual compuesto  $i$  durante  $n$  años para amortizar un capital  $C_0$ , fracción de ese capital que es llamado factor de recuperación de capital  $FRC\langle i, n \rangle$ .

$$r = (1+i)^{-1} \Rightarrow C_0 = \sum_{m=1}^n \frac{\dot{C}}{(1+i)^m} = \frac{\dot{C} \left( \frac{1}{(1+i)^{n+1}} - \frac{1}{(1+i)} \right)}{\frac{1}{1+i} - 1} = \dot{C} \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \Rightarrow \dot{C} = C_0 \frac{\overbrace{\frac{FRC\langle i, n \rangle}{i}}^{FRC\langle i, n \rangle}}{1 - (1+i)^{-n}} \geq \frac{C_0}{n}$$

Una central termoeléctrica de concentración con heliostatos seguidores del sol y torre dispone de espejos con una reflectividad  $r = 0,92$ , capturando el receptor-absorbedor una fracción  $\gamma = 90\%$  de la radiación enviada a la torre por desviación de los rayos, el cual tiene a las temperaturas de operación una absorbtividad del  $\alpha = 89\%$  y una emisividad  $\varepsilon = 50\%$ , ambas constantes y con un coeficiente de concentración geométrico  $C = 500$ . Los rayos reflejados por los espejos recorren una larga distancia hasta la torre, que en media supone una absorción atmosférica del  $\alpha_a = 4\%$ . La apertura del receptor se encuentra recubierta con una coraza protectora de capas múltiples de cuarzo cuya

Este trabajo está bajo una licencia de [Creative Commons Licencia Reconocimiento-No-Comercial- Compartirigual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

**Instrucciones:** En las preguntas de test añadida entre los paréntesis V, F o deje en blanco según proceda, no tache ni agregue comentarios, salvo que se le solicite expresamente en el enunciado. Para que un enunciado sea verdadero, debe serlo en su totalidad. No se evaluará el texto fuera del espacio reservado para las contestaciones. Use el anverso o los márgenes para borrador o cálculos. El examen es sin ayuda de textos u otro material informativo, a excepción de una calculadora simple sin información. Las preguntas acertadas cuentan como +1/n hasta alcanzar los puntos indicados y las falladas como -1/2n en la parte tipo test o solo positivamente en los problemas, siendo n el número de cuestiones bajo un mismo encabezado. En la parte tipo test cualquier opción es posible, todas verdaderas, todas falsas o cualquier combinación de verdaderas y falsas. Lo no contestado cuenta como 0. Escriba los desarrollos matemáticos y cálculos donde se indica, de manera clara y concisa, pueden contribuir a la calificación. La comprensión de los enunciados forma parte del propio examen.

**reflectividad efectiva a la radiación solar incidente es del  $r_c = 3\%$  siendo despreciable la reflectividad a la radiación infrarroja resultante de su alta temperatura y visible reflejada, interiores. La coraza de cuarzo tiene una absorbtividad  $\alpha_c = 2\%$ , tanto para el espectro visible como para el espectro infrarrojo de emisión térmica del reflector. A la temperatura de operación las pérdidas mayoritarias son por radiación desde la placa absorbadora a temperatura  $T$  hacia el ambiente, a temperatura  $T_a = 30^\circ\text{C}$ , a través de la apertura del receptor  $A_c$ , por lo que pueden despreciarse las de convección y conducción. También puede despreciarse la pérdida por emisión térmica de la capa de cuarzo externa. Dato: constante de Stefan-Boltzmann  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ .**

**En estas condiciones se pide:**

Formular analíticamente la ecuación característica para la eficiencia del conjunto espejos-receptor, basada en el área de apertura de los espejos  $A_{av}$  sin sustituir los parámetros:

$$\eta_n = r\gamma\alpha(1-\alpha_a)(1-r_c)(1-\alpha_c) - \frac{\varepsilon(1-\alpha_c)}{CG_{d,n}}\sigma(T^4 - T_a^4)$$

Determinar la temperatura de estancamiento aplicando los datos y con  $G_{b,n} = 800 \text{ W/m}^2$  y  $G_d = 100 \text{ W/m}^2$  y sin sombras sobre los heliostatos.

$$T_{es} = \sqrt[4]{T_a^4 + \frac{CG_{d,n}r\gamma\alpha(1-\alpha_a)(1-r_c)}{\varepsilon\sigma}} = \sqrt[4]{(303\text{K})^4 + \frac{500 \times 800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \overbrace{0,92 \times 0,9 \times 0,89 \times 0,96 \times 0,97}^{0,686}}{0,5 \times 5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}}} = 1.764 \text{ K}$$

Formular la eficiencia energética instantánea de la central si este receptor alimenta sin pérdidas de calor un bloque de potencia cuya eficiencia energética de conversión de calor a electricidad tiene por expresión

$$\eta = 1 - \alpha \left( \frac{T_{low}}{T_{high}} \right)^\beta ; 0 < \alpha, \beta; \beta < 1, \text{ donde } T_{low} \text{ es la temperatura absoluta de rechazo del calor y } T_{high} \text{ es la temperatura}$$

absoluta de recepción del calor.

$$\eta_e = \left[ r\gamma\alpha(1-\alpha_a)(1-r_c)(1-\alpha_c) - \frac{\varepsilon(1-\alpha_c)}{CG_{d,n}}\sigma(T^4 - T_a^4) \right] \left[ 1 - \alpha \left( \frac{T_{low}}{T_{high}} \right)^\beta \right]$$

Tomar la mitad de la temperatura de estancamiento para el receptor  $T$ ,  $\alpha = 1,1$  y  $\beta = 0,9$  y ,  $T_{low} = T_a + 15 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $T_{high} = T - 50 \text{ }^\circ\text{C}$  y con el resto de datos calcular la eficiencia instantánea de la central



Este trabajo está bajo una licencia de [Creative Commons Licencia Reconocimiento-No-Comercial-Compartirigual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/).

**Instrucciones:** En las preguntas de test añadida entre los paréntesis V, F o deje en blanco según proceda, no tache ni agregue comentarios, salvo que se le solicite expresamente en el enunciado. Para que un enunciado sea verdadero, debe serlo en su totalidad. No se evaluará el texto fuera del espacio reservado para las contestaciones. Use el anverso o los márgenes para borrador o cálculos. El examen es sin ayuda de textos u otro material informativo, a excepción de una calculadora simple sin información. Las preguntas acertadas cuentan como +1/n hasta alcanzar los puntos indicados y las falladas como -1/2n en la parte tipo test o solo positivamente en los problemas, siendo n el número de cuestiones bajo un mismo encabezado. En la parte tipo test cualquier opción es posible, todas verdaderas, todas falsas o cualquier combinación de verdaderas y falsas. Lo no contestado cuenta como 0. Escriba los desarrollos matemáticos y cálculos donde se indica, de manera clara y concisa, pueden contribuir a la calificación. La comprensión de los enunciados forma parte del propio examen.

$$\eta_e = \left[ 0,686 - \frac{0,5 \times 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}}{500 \times 800 \frac{W}{m^2}} \left( \left( \frac{1764 K}{2} \right)^4 - (303 K)^4 \right) \right]^{0,644} \left[ 1 - 1,1 \left( \frac{303 + 15}{1764 / 2 - 50} \right)^{0,9} \right]^{0,537} = 0,345$$