

# PROGRAMA Y METODOLOGÍA DEL CURSO DE PROYECTISTA INSTALADOR DE ENERGÍA SOLAR (FOTOTÉRMICA Y FOTOVOLTAICA)

## 1. Propósito del curso

En los últimos años se han ido extendiendo por todas las regiones las instalaciones que aprovechan la energía solar, tanto para el calentamiento de agua destinada al consumo doméstico e industrial como para la generación directa de electricidad.

Sin embargo, resulta un tanto decepcionante comprobar que un apreciable porcentaje de dichas instalaciones, incluso algunas de reciente ejecución, no están correctamente diseñadas, no funcionan de forma óptima, o bien lo hacen con bajo rendimiento.

Una de las principales causas de la existencia de instalaciones deficientes continúa siendo la escasez de profesionales suficientemente preparados en este nuevo campo, incluso en los niveles básicos (instaladores y montadores). A menudo, técnicos procedentes de otros campos son los encargados del diseño e instalación de sistemas de energía solar, a pesar de que estas tecnologías requieren de especialistas competentes, no porque presenten una gran complejidad en sí mismas, sino por la escasez de experiencias anteriores en las cuales apoyarse.

El Centro de Estudios de la Energía Solar, consciente de las necesidades anteriormente expuestas y del previsible fuerte incremento que las aplicaciones de la energía solar experimentarán, a escala mundial, durante los próximos años, creó ya en el año 1979 el primer Centro internacional destinado a la preparación integral de los futuros especialistas, tanto en los niveles básicos como en los superiores.

Con el Curso de Projectista Instalador no se ha pretendido desarrollar un programa de alto nivel teórico, para personas con conocimientos previos profundos, sino más bien impartir un curso profesional de nivel medio-avanzado, suficiente para dominar el área práctica de la materia pero adquiriendo al mismo tiempo unos sólidos conocimientos de base.

Se trata, pues, de un curso *técnico y fundamentalmente práctico*.

## 2. Metodología

El proceso docente se desarrolla íntegramente —incluidas las evaluaciones periódicas— en régimen de *enseñanza a distancia*, sin requerir en ningún momento el desplazamiento físico del alumno al Centro.

El especial sistema pedagógico adoptado (denominado de *adaptación progresiva*) permite seguir el curso sin dificultad a aquellas personas que carezcan de unos conocimientos amplios de física. Tan sólo se recomienda haber efectuado estudios equivalentes, como mínimo, al Bachillerato o a la Formación Profesional, aunque aquellos alumnos que ya posean conocimientos técnicos previos, como, por ejemplo, los que hayan cursado o estén estudiando una carrera técnica, avanzarán con más rapidez.

El curso recoge de forma preliminar un compendio de los conocimientos básicos de física que van a ser necesarios posteriormente. Ya están seleccionadas las partes que pueden tener una aplicación práctica en el estudio de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar, de forma que el alumno no tiene que perder tiempo buscando en otros libros en el caso de que no recordase dichos temas. No obstante, a los alumnos que los necesiten, el Centro les suministrará sin costo alguno textos sencillos y didácticos, para la perfecta comprensión de la física básica, pues el «refrescar» estos conceptos fundamentales es importante para el posterior aprovechamiento de las enseñanzas contenidas en los capítulos más específicos.

La totalidad de los textos, software y material de estudio que componen el curso son fruto de las más recientes investigaciones y, por lo tanto, totalmente actualizados. Son exclusivos de nuestra organización pedagógica, ya que sus autores son los propios profesores titulares del Centro, es decir, los encargados de atender a los alumnos y de aclarar todas sus dudas.

Los textos del curso (seis tomos tamaño DIN A4 totalizando *más de mil seiscientas páginas*) constituyen una obra única. En ellos se desarrollan las distintas parcelas de que consta el curso, con gran profusión de dibujos aclaratorios, gráficos y fotografías, para que el alumno comprenda claramente las explicaciones de texto. El curso, en sí, es tan completo que no se requieren libros adicionales para obtener una preparación íntegra.

Además de los textos y software oficiales del Centro, Jefatura de Estudios envía a lo largo del curso diverso material de contenido técnico e informativo, lo que representa un importante valor añadido al mismo.

En particular, se suministra como material complementario, revistas de actualidad de la industria solar, folletos de productos y componentes y documentos con valiosa información, no sólo de carácter estrictamente técnico, sino también de contenido técnico-comercial, ya que las oportunidades en el sector solar son muy amplias y variadas.

Durante el curso son numerosos los ejercicios y cuestiones que son propuestos al alumno por la Jefatura de Estudios, con el fin de comprobar la buena marcha del proceso docente. El curso culmina con la elaboración de un proyecto o trabajo final, y permite así acceder al *Diploma de Projectista Instalador de Energía Solar*, con especificación de la correspondiente calificación final. Dicho diploma es universalmente apreciado, y el certificado de contenidos se expide por duplicado, *en castellano y en inglés*, para así facilitar al alumno la búsqueda de empleo en cualquier país, ya que constituye el único documento por el que, a nivel internacional, Censolar certifica la capacitación técnica de personas individuales para desarrollar actividades profesionales en el sector de la energía solar.

Puede acreditarse internacionalmente la autenticidad del diploma mediante el trámite de legalización única de documentos entre los Estados firmantes del Convenio nº 12 de la Conferencia de la Haya, de 5 de octubre de 1961.

Censolar pone el máximo interés para conseguir que la formación de sus alumnos sea la mejor y más completa posible. A este fin, los alumnos que lo deseen tendrán la posibilidad de realizar prácticas reales a través de nuestra red de empresas colaboradoras, cuyas referencias se facilitan, en aquellas localidades donde existen, sin que ello suponga compromiso ni obligación alguna para el alumno, la empresa o el propio Centro.

Las actividades prácticas que pueden derivarse de estas relaciones empresa-alumno se contemplan, pues, al margen del curso en sí, ya que tienen carácter voluntario y, por supuesto, gratuito. Asimismo, el Centro procura siempre mantener al alumno informado de las posibles ofertas profesionales o posibilidades reales en

su zona, además de poner a su disposición la Bolsa de Trabajo, de la que se nutren las empresas de la industria solar.

Al ser el propio alumno quien, en función de su nivel, dedicación, disponibilidad de tiempo libre, etc., regula el ritmo de sus estudios, la duración del curso es variable, estando por lo general comprendida entre los seis y doce meses. En todo caso, para prever posibles interrupciones o aplazamientos, el plazo puede prolongarse hasta un máximo de 18 meses.

A fin de garantizar una atención auténticamente personalizada, no se utilizan tests de ningún tipo ni formularios susceptibles de ser corregidos informáticamente. Es el propio profesor asignado en cada caso, en función de la materia específica, quien personalmente lee, corrige y revisa las hojas manuscritas o ficheros de texto que el alumno envía.

En el supuesto de no superar satisfactoriamente el conjunto global de evaluaciones o el trabajo final, Jefatura de Estudios ofrece al alumno la alternativa adecuada para que pueda producirse la recuperación.

El Centro complementa su labor educativa con un servicio de información técnica y bibliográfica, que se facilita de forma automática a cada alumno a lo largo del curso, y se mantiene, para aquellos que lo deseen, una vez finalizado éste, como actualización permanente de conocimientos de los avances en el campo de la energía solar y otras energías renovables.

Parte de las materias de este curso coinciden con los contenidos de algunos módulos formativos del programa oficial para la obtención de los Certificados de Profesionalidad en energía solar. El alumno que cumpla unas condiciones mínimas puede obtener dicho título oficial (con validez también en la Unión Europea) sin necesidad de volver a estudiar las citadas materias.

### Conclusión:

Por sus características únicas y por el cuidado con que ha sido elaborado, este Curso de Projectista Instalador de Energía Solar ofrece una posibilidad de promoción a quienes deseen aprender a usar y amar esta forma limpia de energía, ayudándoles a superar el reto que plantea el nuevo rumbo tecnológico que caracterizará a la segunda década del milenio.

## 3. Programación

El curso está dividido en tres partes:

### Parte 1 (Tomo 1)

Es la parte previa, en la que se repasan los conceptos de FÍSICA y ENERGÉTICA que tendrán aplicación posterior. Conviene advertir que para algunos alumnos esta primera parte puede resultar un poco árida. Sin embargo, es muy breve, y los ejercicios propuestos resultan de utilidad para la Jefatura de Estudios a la hora de evaluar el nivel de conocimientos básicos del alumno, antes de que éste acceda a la parte de energía solar propiamente dicha.

### Parte 2 (Tomos 2, 3, 4 y 5)

Constituye la parte principal del curso, estando dividida en cuatro asignaturas independientes.

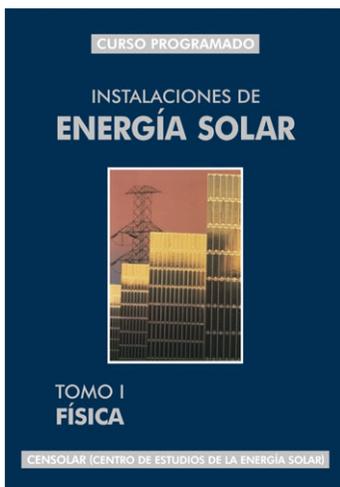
### Parte 3 (Tomo 6)

Formada por unos complementos muy útiles para el alumno que desea emprender una actividad profesional. Comprende desde normas legales hasta un amplio dossier informativo de las empresas y productos con garantía de calidad que existen a nivel internacional. Estos datos son continuamente actualizados.

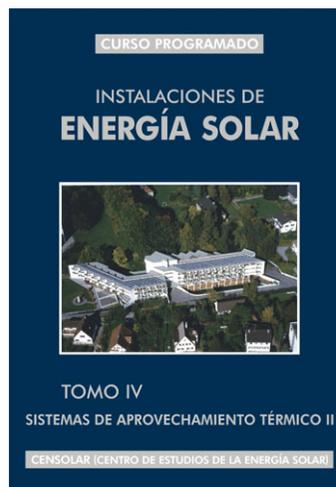
## 4. Textos

El soporte físico del curso está constituido principalmente por seis tomos, impresos en papel de alta calidad y con cubiertas plastificadas, a fin de evitar su deterioro por el uso frecuente. Destaca la gran cantidad de material gráfico, fotos y dibujos. También se incluyen varios programas de software, de uso exclusivo para los alumnos de Censolar, y que facilitan extraordinariamente tanto la labor de éstos durante el curso como las tareas propias de su posterior actividad profesional.

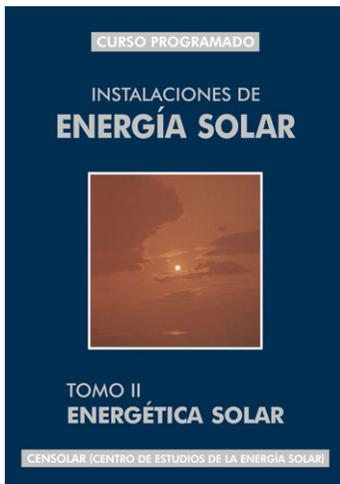
Al estar enfocado hacia la práctica profesional inmediata, la obra ha sido concebida como un completo curso de autoaprendizaje, por lo que, como texto de consulta, resultará asimismo imprescindible a todos aquellos técnicos que necesiten acceder a información actualizada y precisa sobre los diferentes aspectos del aprovechamiento práctico de la energía solar, sin necesidad de recurrir a fuentes de consulta adicionales y dispersas.



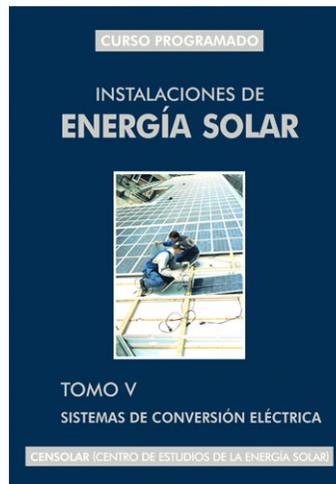
**TOMO I**  
112 páginas  
ISBN: 978-84-95693-51-8



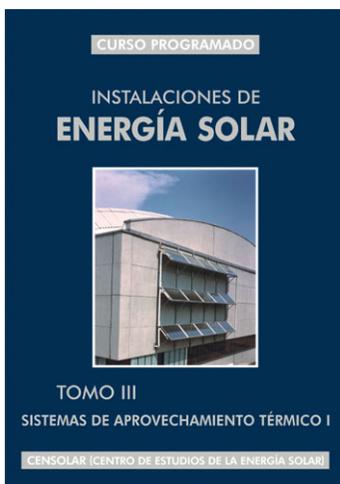
**TOMO IV**  
340 páginas  
ISBN: 978-84-95693-54-9



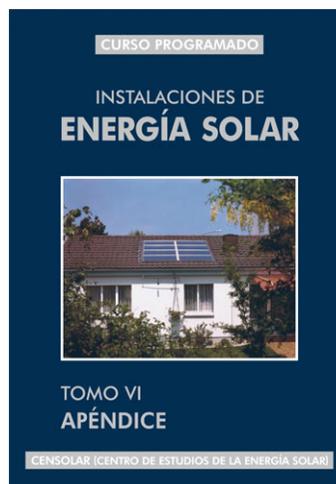
**TOMO II**  
144 páginas  
ISBN: 978-84-95693-52-5



**TOMO V**  
434 páginas  
ISBN: 978-84-95693-55-6



**TOMO III**  
280 páginas  
ISBN: 978-84-95693-53-2



**TOMO VI**  
704 páginas  
ISBN: 978-84-95693-86-0

## TOMO 1: FÍSICA

### UNIDAD DIDÁCTICA 1.1

#### 1.1.1

- 1.1.1.1 Introducción.
- 1.1.1.2 Magnitudes y unidades.

#### 1.1.2

- 1.1.2.1 Mecánica.
  - Unidades.

#### 1.1.3

- 1.1.3.1 Hidrostática.
  - Teorema de Arquímedes.
- 1.1.3.2 Hidrodinámica.
  - Efectos del rozamiento en los líquidos en movimiento.

#### 1.1.4

- 1.1.4.1 Temperatura. Medida.
- 1.1.4.2 Dilatación y contracción.
- 1.1.4.3 Capacidad calorífica.
- 1.1.4.4 Cambios de estado.
- 1.1.4.5 Propagación del calor.
  - Conducción.
  - Convección.
  - Radiación.
- 1.1.4.6 Conservación del calor.

### UNIDAD DIDÁCTICA 1.2

#### 1.2.1 Electricidad

- 1.2.1.1 Conceptos fundamentales.
  - Potencia eléctrica.
  - El efecto Joule.
  - Asociación de conductores.
- 1.2.1.2 Acumuladores.
  - Descripción y tipos de acumuladores.
  - Capacidad.
  - Asociación de acumuladores.
- 1.2.1.3 Corriente continua y corriente alterna.
  - Transformación de la corriente.

#### 1.2.2 Conceptos de Óptica

- 1.2.2.1 Ondas.
  - Aspecto geométrico.

## UNIDAD DIDÁCTICA 1.3

### 1.3.1 Conceptos de Energética

- 1.3.1.1 Definición y formas de la energía.
  - Conversión de la energía.
  - Conservación de la energía.
  - Rendimiento.
- 1.3.1.2 Termodinámica.
  - Máquinas térmicas.

### 1.3.2 Energía radiante

- 1.3.2.1 Potencia e intensidad de la radiación.
- 1.3.2.2 El cuerpo negro.
- 1.3.2.3 La energía de la radiación.
  - Fotones.
- 1.3.2.4 Absorción, reflexión y transmisión.

## TOMO 2: ENERGÉTICA SOLAR

### UNIDAD DIDÁCTICA 1.4 (Evaluación de la asignatura anterior)

#### 1.4.1 Ejercicios y casos prácticos resueltos

#### 1.4.2 Ejercicios y casos prácticos propuestos

### UNIDAD DIDÁCTICA 2.1

#### 2.1.1 La energía del Sol

- 2.1.1.1 Radiación solar.
- 2.1.1.2 La Constante Solar.
- 2.1.1.3 Efecto de la atmósfera.
- 2.1.1.4 Irradiación sobre una superficie.

#### 2.1.2 Conceptos elementales de Astronomía de Posición Solar

- 2.1.2.1 Coordenadas solares.
- 2.1.2.2 Las estaciones del año.
  - Hora solar y mediodía verdadero.
  - La declinación solar.

#### 2.1.3 Conversión de la energía solar

- 2.1.3.1 Procesos naturales.
  - El clima.
- 2.1.3.2 Procesos tecnológicos: Conversión útil de la energía solar.
  - Procesos térmicos directos.
  - Procesos directos de conversión eléctrica.

#### 2.1.4 Tablas

- Energía e intensidad radiantes. Temperatura media diaria. Temperatura de red. Factor de corrección por inclinación. Altitud, latitud y temperatura mínima. Alturas y azimuts.

## TOMO 3: SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO TÉRMICO I

### UNIDAD DIDÁCTICA 2.2 (Evaluación de la asignatura anterior)

#### 2.2.1 Ejercicios y casos prácticos resueltos

#### 2.2.2 Ejercicios y casos prácticos propuestos

### UNIDAD DIDÁCTICA 3.1

#### 3.1.1 El captador solar: Clasificación y generalidades

#### 3.1.2 El captador de placa plana

- 3.1.2.1 Efecto invernadero.
- 3.1.2.2 Cubiertas transparentes.
  - Cualidades fundamentales que deben cumplir.
  - Precauciones permanentes.
  - Materiales utilizables.
    - Vidrio: Propiedades ópticas de los vidrios. Propiedades mecánicas de los vidrios.
    - Materias plásticas.
  - Tratamientos especiales de las cubiertas.
  - Cubiertas de doble vidrio.
- 3.1.2.3 Absorbedor por fluido caloportador líquido.
  - Constitución del absorbedor. Forma y materiales.
    - Propiedades ópticas.
    - Pérdida de carga.
    - Corrosión interna.
    - Capacidad del absorbedor.
    - Homogeneidad de la circulación del fluido caloportador en el absorbedor.
    - Transmisión del calor de la placa absorbente al fluido caloportador.
    - Entradas y salidas de fluido en el absorbedor.
    - Puentes térmicos.
    - Resistencia a la presión.
- 3.1.2.4 El aislamiento posterior.
- 3.1.2.5 Carcasa.

#### 3.1.3 Estudio energético del c.p.p.

- 3.1.3.1 Fundamentos.
- 3.1.3.2 Balance energético.
- 3.1.3.3 Curva característica de un captador plano: Rendimiento instantáneo.
- 3.1.3.4 Salto térmico en el captador.

#### 3.1.4 Captadores de vacío

## UNIDAD DIDÁCTICA 3.2

### 3.2.1 Elementos de montaje y sujeción

- 3.2.1.1 Estructura para soporte y anclaje.
- 3.2.1.2 Orientación e inclinación de los captadores.
- 3.2.1.3 Determinación de sombras.
- 3.2.1.4 Distancia mínima entre captadores.
  - Ejemplo 1.
  - Ejemplo 2.
  - Ejemplo 3.

### 3.2.2 Fluido caloportador

- 3.2.2.1 Agua natural.
- 3.2.2.2 Agua con adición de anticongelante.
  - Toxicidad.
  - Viscosidad.
  - Dilatación.
  - Estabilidad.
  - Calor específico.
  - Temperatura de ebullición.
- 3.2.2.3 Fluidos orgánicos.
- 3.2.2.4 Aceites siliconas.

### 3.2.3 Protección contra la congelación y ebullición

- 3.2.3.1 Protección contra la congelación.
  - Paro total de la instalación durante el invierno.
  - Calentamiento de los captadores por recirculación del fluido caloportador.
  - Calentamiento de los captadores por una resistencia eléctrica.
  - Utilización de un fluido anticongelante.
  - Captadores capaces de soportar la congelación.
  - Vaciado de los captadores.
- 3.2.3.2 Protección contra la ebullición.
  - Ebullición en el circuito de los captadores.
  - Ebullición en el almacenamiento.

### 3.2.4 Conducciones

- 3.2.4.1 Materiales empleados y sus características.
  - Cobre.
  - Acero galvanizado.
  - Acero negro.
  - Acero inoxidable.
  - Tuberías de plástico.
- 3.2.4.2 Pérdidas de carga.
- 3.2.4.3 Cálculo de tuberías.
  - Ejemplo de aplicación de las tablas.

### 3.2.5 Almacenamiento: Acumuladores

- 3.2.5.1 Formas de acumulación de energía calorífica.
  - Almacenamiento por calor latente de cristalización.
- 3.2.5.2 Acumuladores de A.C.S.
- 3.2.5.3 Dimensionado de acumuladores de A.C.S. Criterios.
  - Superficie de captadores instalada.
  - Temperatura de utilización.
  - Desfase entre captación-almacenamiento y consumo.

### 3.2.6 Intercambiadores

- 3.2.6.1 Utilidad del intercambiador de calor.
- 3.2.6.2 Tipos de intercambiadores de calor.
- 3.2.6.3 Intercambiadores de calor de serpentín.
- 3.2.6.4 Intercambiador de calor de doble envolvente.
- 3.2.6.5 Intercambiador de calor exterior.

### 3.2.7 Electrocirculadores

- 3.2.7.1 Justificación de la necesidad del electrocirculador.
- 3.2.7.2 Dimensionado del electrocirculador.

### 3.2.8 Aislamiento

- 3.2.8.1 Tipos de aislamientos y características técnicas.
- 3.2.8.2 Espesor del aislamiento.
- 3.2.8.3 Dimensionado del aislamiento.
  - Tuberías que discurren por zonas interiores.
  - Tuberías que discurren por el exterior.
  - Depósitos acumuladores.
  - Ejemplo.

### 3.2.9 Otros elementos

- 3.2.9.1 Depósito de expansión.
  - Cálculo del volumen del depósito de expansión abierto.
  - Cálculo y selección del depósito de expansión cerrado.
    - Determinación del volumen útil ( $V_u$ ).
    - Determinación del factor de utilización ( $K_u$ ).
    - Determinación de la presión final del gas ( $p_f$ ).
    - Determinación de la presión inicial del gas ( $p_i$ ).
- 3.2.9.2 Manómetro e hidrómetro.
- 3.2.9.3 Válvula de seguridad y embudo de desagüe.
- 3.2.9.4 Purgador y desaireador.
- 3.2.9.5 Válvulas anti-retorno.
- 3.2.9.6 Válvulas de paso.
- 3.2.9.7 Termómetro y termostato.
- 3.2.9.8 Termostato diferencial.
- 3.2.9.9 Válvulas de 3 y 4 vías.
- 3.2.9.10 Resistencias calefactoras.
- 3.2.9.11 Grifos de vaciado.

## TOMO 4: SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO TÉRMICO II

### UNIDAD DIDÁCTICA 3.3

(Evaluación de la asignatura anterior)

#### 3.3.1 Ejercicios y casos prácticos resueltos

#### 3.3.2 Ejercicios y casos prácticos propuestos

### UNIDAD DIDÁCTICA 4.1

#### 4.1.1

- 4.1.1.1 Sistemas de obtención de A.C.S.
- 4.1.1.2 Definición del sistema.

#### 4.1.2 Principios básicos para el óptimo aprovechamiento de la energía solar térmica

- 4.1.2.1 Primer principio: Captar el máximo posible de energía solar.
- 4.1.2.2 Segundo principio: Consumir prioritariamente la energía solar.
- 4.1.2.3 Tercer principio: Asegurar la correcta complementariedad entre la energía solar y la convencional.
- 4.1.2.4 Cuarto principio: No juntar la energía solar con la convencional.
- 4.1.2.5 Conclusiones.

#### 4.1.3

- 4.1.3.1 Subconjunto de termotransferencia.
- 4.1.3.2 Circulación directa del agua caliente sanitaria (sin intercambiador) entre los captadores y el almacenamiento.
- 4.1.3.3 Circulación por termosifón.
- 4.1.3.4 Circulación del fluido caloportador primario por termosifón.
- 4.1.3.5 Circulación forzada.
- 4.1.3.6 Circulación del fluido caloportador primario por electrocirculador.
- 4.1.3.7 Transmisión de calor mediante un intercambiador exterior.

#### 4.1.4

- 4.1.4.1 Subconjunto captador. Campo de captadores.
- 4.1.4.2 Subconjunto intercambiador-almacenamiento.
- 4.1.4.3 Subconjunto de energía de apoyo-almacenamiento de A.C.S.
- 4.1.4.4 Energía de apoyo situada en un segundo acumulador alimentado por el primero.

4.1.4.5 Calentamiento de apoyo instantáneo situado después del acumulador de agua caliente solar.

- Calderas de gas.
- Calderas de gasóleo.
- Calostatos eléctricos.

#### 4.1.5 Regulación de las instalaciones solares.

##### Diseños

Termostatos. Reguladores proporcionales. Sensores. Elementos actuadores.

- 4.1.5.1 Regulación de captadores por termostato.
- 4.1.5.2 Regulación de captadores por regulador de temperatura diferencial actuando sobre la bomba.
  - Control diferencial principal de las instalaciones solares de calentamiento de agua.
  - Control del sistema de calentamiento del depósito auxiliar.
  - Control del circuito de retorno.
  - Control de la válvula de tres vías de regulación de la T de salida.
  - Control de los sistemas antihielo.
- 4.1.5.3 Regulación de captadores por regulador de temperatura diferencial y válvula de conmutación.
- 4.1.5.4 Regulación de captadores por regulador de temperatura diferencial y válvula mezcladora progresiva.
- 4.1.5.5 Regulación de captadores por regulador de temperatura diferencial y válvula de baipás progresiva.
- 4.1.5.6 Regulación de captadores por temperatura diferencial sobre válvula de baipás y mezcladora progresiva.
- 4.1.5.7 Montaje serie/paralelo de captadores.

#### 4.1.6 Circuitos con acumulador

- 4.1.6.1 Carga de sistemas con dos acumuladores.
- 4.1.6.2 Carga de sistemas con varios acumuladores.
- 4.1.6.3 Descarga de varios acumuladores.
- 4.1.6.4 Montaje del acumulador en baipás.

## UNIDAD DIDÁCTICA 4.2

### 4.2.1 Consideraciones previas al proyecto de un sistema de A.C.S.

- 4.2.1.1 Estudio de las necesidades a cubrir. Hoja de carga.
- 4.2.1.2 Elección del sistema.
  - Criterios de selección de un sistema por termosifón frente a uno forzado.
  - Resumen de los criterios de selección.
  - Consideraciones prácticas sobre los sistemas directos.
    - La corrosión.
    - La presión.
    - La congelación.

### 4.2.2 Cálculo de la superficie captadora

- 4.2.2.1 Criterios de partida.
- 4.2.2.2 Cálculo de la energía solar aprovechable.
- 4.2.2.3 Intensidad útil y rendimiento del captador.
  - Cálculo de la intensidad útil  $I$ .
  - Cálculo del rendimiento del captador.
- 4.2.2.4 Energía útil y determinación de la superficie necesaria.
  - Cálculo de la aportación solar por  $m^2$ .
  - Cálculo de la energía neta disponible para el consumo por  $m^2$  de captador.
  - Cálculo de la superficie de captadores necesaria.
  - Esquema del proceso de cálculo.
  - Explicación del proceso.
  - Conclusiones.
- 4.2.2.5 Cálculo más preciso de la cobertura solar.

### 4.2.3 Cálculo de los elementos de la instalación

- 4.2.3.1 Subconjunto captador.
- 4.2.3.2 Subconjunto de termotransferencia.
  - Fluido caloportador.
  - Tuberías.
  - Bombas de circulación.
  - Vasos de expansión.
  - Intercambiadores.
  - Purgadores y desaireadores.
- 4.2.3.3 Subconjunto de almacenamiento.
- 4.2.3.4 Subconjunto de regulación y control.

### 4.2.4 Estudio de la rentabilidad

- 4.2.4.1 Definiciones y proceso de cálculo.
- 4.2.4.2 Ejemplo.

### 4.2.5 Presentación del proyecto

- 4.2.5.1 Memoria.
- 4.2.5.2 Cálculos.
- 4.2.5.3 Planos.
- 4.2.5.4 Presupuesto.
  - Aspectos generales que afectan al presupuesto.
    - El contrato de instalación.
    - Memoria técnica de la instalación.
    - Manual de operación y mantenimiento.
    - Garantía.
    - Contrato de mantenimiento.
  - Tipos de presupuesto.
    - Presupuesto por partida de obra.
    - Presupuestos por partidas globales.
    - Presupuestos de sistemas compactos unifamiliares

## UNIDAD DIDÁCTICA 4.3

### 4.3.1 Climatización de piscinas

- 4.3.1.1 Tipo de captadores.
- 4.3.1.2 Características de la instalación.
- 4.3.1.3 Cálculo de la superficie captadora.
- 4.3.1.4 Uso de la manta térmica.
- 4.3.1.5 Utilización de las tablas para el cálculo de las pérdidas de calor.
- 4.3.1.6 Piscinas cubiertas.

### 4.3.2 Otras aplicaciones de la energía solar térmica. Calefacción

- Conversión termodinámica de la energía solar.
- Secaderos. Desalinización del agua. Calefacción de espacios. Refrigeración solar. Sistemas pasivos.
- Arquitectura solar.

### 4.3.3 Ejecución y mantenimiento de una instalación de A.C.S.

- 4.3.3.1 Procesos previos al inicio de la instalación.
- 4.3.3.2 Provisión del material.
- 4.3.3.3 Fases del proceso de montaje.
  - Montaje de las tuberías.
  - El tubo de cobre. Su preparación.
  - Soldadura por capilaridad.
  - Fijación de las tuberías.
  - Recomendaciones para el montaje de los diversos componentes.
- 4.3.3.4 Puesta en marcha de la instalación.
  - Introducción.
  - Operaciones de puesta en marcha de la instalación.
    - Limpieza y llenado de la instalación.
    - Proceso detallado de llenado y purga del circuito primario en instalación conectada a red con vaso de expansión cerrado.
    - Llenado y purgado del circuito primario en sistemas con vaso de expansión abierto.
    - Llenado con mezclas anticongelantes.
    - Llenado y purgado del circuito secundario.
    - Comprobación eléctrica de la instalación.
    - Ajuste del caudal de los circuitos.
    - Equilibrado de los circuitos.
  - Pruebas de recepción.
    - Prueba de estanquidad.
    - Prueba de funcionamiento o calentamiento.
    - Prueba de circulación del fluido.
    - Pruebas de accesorios.
- 4.3.3.5 Aislamiento de la instalación.
  - Herramientas.
  - El pegado perfecto.
  - Tubos.

- Codos.
- Codos angulares.
- Falsas escuadras.
- Tes y pequeñas válvulas.
- Bridas.
- Válvulas.
- Válvulas de asiento oblicuo.
- Reducciones.
- Aislamiento de depósitos.
- Aislamiento de superficies planas y curvas.
- Aislamiento en varias capas.
- Aislamiento de planos.
- Pintado.

#### 4.3.3.6 Entrega de la instalación.

#### 4.3.3.7 Mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento u operaciones a realizar por el usuario.
- Mantenimiento a realizar por personal especializado.
- Operaciones imprescindibles de mantenimiento: Control anual del anticongelante. Comprobación de la presión y el llenado del circuito. Purgado del circuito. Comprobación de la presión del aire del vaso de expansión cerrado. Calibración del sistema de control. Comprobación del funcionamiento automático de las bombas de la instalación.
- Inspecciones visuales y comprobaciones.
- Operaciones de limpieza o mantenimiento no regulares.
- La corrosión y su prevención.
- Incrustaciones calcáreas.

#### 4.3.3.8 Localización y reparación de averías.

- Conceptos generales.
- Averías más frecuentes en los sistemas solares de baja temperatura.
  - Las bombas no funcionan.
  - Baja presión en el circuito estando frío y parado.
  - Las bombas funcionan pero el caudal y la presión son insuficientes.
  - Las bombas funcionan dando presiones altas y caudales bajos.
  - Fugas de líquido en el circuito.
  - Funcionamiento excesivo de la válvula de seguridad.
  - El quemador auxiliar de gas o fuel no arranca.
  - Las resistencias de calentamiento auxiliar no entran.
  - Rotura del cristal del captador.
  - Rotura de la junta de la cubierta del captador o de las juntas de salida de los tubos del captador.
  - Rotura del material aislante, dejando acceso a tuberías o componentes.
  - Ruidos anormales en la bomba.
  - Ruido de ebullición en el captador.
- Deterioro y degradaciones de inmediata reparación.
- Operaciones de revisión de componentes del circuito.
  - Desbloqueo de bombas.
  - Purgado de la bomba.

- Determinación del caudal proporcionado por la bomba.
- Calibración del control.
- Limpieza del circuito: Limpieza del cambiador de calor de placas. Limpieza de tuberías y captadores.

#### 4.3.3.9 Instalación de equipos compactos.

## TOMO 5: SISTEMAS DE CONVERSIÓN ELÉCTRICA

### UNIDAD DIDÁCTICA 4.4

#### (Evaluación de la asignatura anterior)

#### 4.4.1 Ejercicios y casos prácticos resueltos

#### 4.4.2 Ejercicios y casos prácticos propuestos

### UNIDAD DIDÁCTICA 5.1

#### 5.1.1 Conversión eléctrica

- Clasificación de los sistemas fotovoltaicos.
  - Sistemas fotovoltaicos autónomos o aislados.
  - Sistemas fotovoltaicos con conexión a red.
  - Sistemas fotovoltaicos híbridos.

##### 5.1.1.1 Electricidad fotovoltaica.

- Historia.
- El efecto fotovoltaico.

##### 5.1.1.2 La célula fotovoltaica, sus tipos y procesos de fabricación.

- Células de silicio cristalino.
- Células de película delgada.
- Células multiunión.
- Células orgánicas e híbridas.

##### 5.1.1.3 Otros procedimientos de conversión eléctrica.

#### 5.1.2 El panel solar

##### 5.1.2.1 Características de los módulos fotovoltaicos.

- Características físicas.
- Características eléctricas.

##### 5.1.2.2 El problema del punto caliente e interconexión de paneles.

##### 5.1.2.3 Estructura de soporte y anclaje.

##### 5.1.2.4 Mecanismos de seguimiento solar.

##### 5.1.2.5 Tiempo de retorno energético y reciclado de paneles.

#### 5.1.3 Componentes de una instalación fotovoltaica

- 5.1.3.1 Acumuladores.
  - Ciclos de carga-descarga.

#### — Comportamiento de la bancada de acumuladores en una instalación fotovoltaica.

- Nivel o estado de carga.
- Velocidad de carga o descarga.
- Temperatura de la batería.

#### 5.1.3.2 Reguladores.

- Tipos de reguladores.
- Necesidad del regulador.

#### 5.1.3.3 Convertidores.

- Onduladores.
  - Tipos de onduladores.
    - Onduladores autónomos.
    - Onduladores de interconexión a red.
    - Onduladores duales.
    - Onduladores bidireccionales.

- Control de potencia en frecuencia y voltaje.
- Necesidad de uso del ondulator en instalaciones autónomas.

#### 5.1.3.4 Otros elementos.

- Alarmas y desconectores por bajo voltaje.
- Programadores horarios.
- Temporizadores.
- Dispositivos de control y medida.
- Elementos de protección.
- Bombas de extracción de agua.
- Variador de frecuencias.
- Equilibradores o balanceadores de cargas.
- Registradores de datos.
- Gestores de la demanda.
- Inhibidores de inyección.
- Convertidores CC-CC de conexión directa.
- Elementos de iluminación.
- Diodos luminiscentes.
- Elementos optimizadores de acoplamiento.

#### 5.1.4 Topologías de los sistemas fotovoltaicos

##### 5.1.4.1 Topología de tipo directo.

##### 5.1.4.2 Topología A.

##### 5.1.4.3 Topología B.

##### 5.1.4.4 Topología C.

##### 5.1.4.5 Topología D.

##### 5.1.4.6 Topología E.

##### 5.1.4.7 Disposición de los elementos de protección y seguridad.

##### 5.1.4.8 Puesta a tierra.

- La tierra como conductor eléctrico.
- Preparación de una puesta a tierra.
- Bornes de tierra.
- Resistividad de la tierra.

- Ideas fundamentales sobre la puesta a tierra y los elementos de seguridad.

##### 5.1.4.9 Efectos fisiológicos de la electricidad y normativa de protección.

## UNIDAD DIDÁCTICA 5.2

### 5.2.1 Dimensionado de un sistema fotovoltaico

- 5.2.1.1 Criterios de partida. Estudio de las necesidades a cubrir.
  - Sistemas autónomos.
  - Sistemas de autoconsumo con conexión a red.
- 5.2.1.2 Cálculo de la capacidad y determinación del acumulador.
- 5.2.1.3 Cálculo de la potencia de los paneles en sistema autónomos.

### 5.2.2 Cálculo de los elementos de la instalación

- 5.2.2.1 Reguladores.
- 5.2.2.2 Dimensionado del ondulador.
- 5.2.2.3 Sección del conductor.
- 5.2.2.4 Otros elementos.
  - Estructuras soporte.
  - Elementos auxiliares.
  - Elementos de consumo.
  - Elementos de protección.
- 5.2.2.5 Bombeo de agua.
  - Ejemplos.
    - Motores y generadores eléctricos.
      - Motores síncronos.
      - Motores asíncronos.
      - Motores de corriente continua.
      - Motores universales
    - Tipos de bombas.
- 5.2.2.6 Iluminación.

### 5.2.3 Estudio de viabilidad

- 5.2.3.1 Definición y proceso de cálculo.
  - En instalaciones autónomas.
  - En instalaciones de autoconsumo conectadas a la red eléctrica.
- 5.2.3.2 Ejemplos.
  - Explicación del proceso.
- 5.2.3.3 Viabilidad de los sistemas de conexión a red.
  - Proceso de cálculo.
  - Rentabilidad económica.
  - Control de calidad de los módulos.
  - Control de calidad de los onduladores.
  - La seguridad en las centrales solares

### 5.2.4 Presentación del proyecto. Hoja de datos

- 5.2.4.1 Memoria.
- 5.2.4.2 Cálculos.
- 5.2.4.3 Planos.
- 5.2.4.4 Presupuesto.

### 5.2.5 Ejecución y mantenimiento de una instalación fotovoltaica

- 5.2.5.1 Procesos previos al inicio de la instalación.
- 5.2.5.2 Fases del proceso de montaje.
  - Construcción y montaje de la estructura soporte.
    - Forma de la estructura. Tipos de montajes.
    - Procedimiento de construcción de la estructura y materiales utilizados.
    - Cimentación y anclaje de la estructura.
    - Montaje de los módulos en la estructura.
    - Montaje de módulos bifaciales.
    - Montaje de módulos sobre superficies de madera.
  - Conexión de los módulos.
  - Montaje de la batería de acumuladores.
    - Situación de los acumuladores.
    - Conexión de las baterías.
    - Transporte y manipulación de los acumuladores.
    - Normas especiales.
  - Montaje de los cuadros eléctricos y resto de dispositivos electrónicos.
  - Cableado general de la instalación.
- 5.2.5.3 Puesta en marcha de la instalación.
  - Pruebas en corriente continua.
  - Pruebas en corriente alterna.
- 5.2.5.4 Entrega de la instalación.
- 5.2.5.5 Operaciones de mantenimiento.
  - El servicio de mantenimiento. Planteamiento general.
  - Mantenimiento predictivo.
  - Mantenimiento preventivo.
    - Mantenimiento del generador fotovoltaico.
      - Limpieza periódica de los módulos.
      - Inspección visual de los módulos.
      - Control de las conexiones eléctricas y el cableado de los módulos.
      - Control de las características eléctricas de los módulos.
    - Mantenimiento de los cuadros eléctricos.
    - Mantenimiento del sistema de regulación y control, y equipos auxiliares.
    - Mantenimiento de los acumuladores.
      - Mantenimiento del nivel del electrolito.
      - Comprobación y limpieza de los terminales.
      - Comprobación de la tensión sin carga de los elementos del acumulador.
      - Medida de la densidad del electrolito.
      - Comprobación de la correcta utilización del acumulador.
    - Mantenimiento de equipos exclusivos de las centrales fotovoltaicas.

- 5.2.5.6 Localización y reparación de averías.
  - Problemática técnica general del servicio de reparaciones en instalaciones fotovoltaicas.
  - Averías de los módulos fotovoltaicos y su conexionado.
    - Rotura del vidrio.
    - Penetración de humedad en el interior del módulo.
    - Fallos en las conexiones de los módulos.
    - Comprobación de las características de los módulos en campo.
    - Averías por sombras.
    - Defectos de fabricación.
  - Averías en los reguladores, onduladores y equipo de señalización.
  - Averías en los acumuladores.
  - Otros tipos de averías.
  - Ejemplos de órdenes de trabajo para verificación del correcto funcionamiento de equipos.

# TOMO 6: APÉNDICE. LA ACTIVIDAD PRÁCTICA

## UNIDAD DIDÁCTICA 5.3

(Evaluación de la asignatura anterior)

### 5.3.1 Ejercicios y casos prácticos resueltos

### 5.3.2 Ejercicios y casos prácticos propuestos

## UNIDAD DIDÁCTICA 6.1

### 6.1.1 Legislación y normativa vigentes

- 6.1.1.1 Legislación de carácter general.
- 6.1.1.2 Reglamentación técnica de la energía solar térmica.
- 6.1.1.3 Reglamentación técnica de la energía solar fotovoltaica.
- 6.1.1.4 Normas UNE para Energía Solar.
- 6.1.1.5 Normativas diversas.

### 6.1.2

- 6.1.2.1 Tablas y gráficos de utilidad.
- 6.1.2.2 Ejemplos de contratos.
  - Contrato para obra o servicio determinado.
  - Contrato de venta de instalaciones.
  - Contrato de mantenimiento.
- 6.1.2.3 Ejemplos de presupuestos.
  - Presupuesto de una pequeña instalación termosifónica.
  - Presupuesto de instalación de A.C.S. para vivienda unifamiliar.
  - Presupuesto de una pequeña instalación fotovoltaica.
  - Presupuesto de una instalación fotovoltaica de tipo medio.

### 6.1.3 Factores de conversión de unidades

### 6.1.4

- 6.1.4.1 Glosario de términos frecuentes.
- 6.1.4.2 Equivalentes de términos en lengua inglesa.
- 6.1.4.3 Bibliografía.

## UNIDAD DIDÁCTICA 6.2

Relación con las empresas del sector

### 6.2.1 Dossier comercial de energía solar térmica

### 6.2.2 Dossier comercial de energía solar fotovoltaica

### 6.2.3

- 6.2.3.1 Directorio de empresas.
  - Relación de empresas fabricantes o importadoras de productos relacionados con la energía solar.
- 6.2.3.2 Publicaciones periódicas especializadas.
- 6.2.3.3 Referencias de interés.
- 6.2.3.4 Varios.
  - Empleo.
  - Esquema del funcionamiento de una pequeña empresa de proyectos y/o instalaciones de energía solar.
  - Método simplificado de cálculo de la superficie captadora necesaria para A.C.S.
  - Estimación de los parámetros de cálculo cuando se carece de datos.

### Material complementario (optativo)

Kit fotovoltaico de conexión a red PVSun para realizar prácticas profesionales.

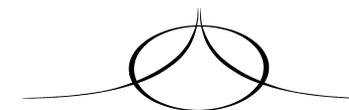
Folleto informativo en [www.fotovoltaica.com/folpvsun.pdf](http://www.fotovoltaica.com/folpvsun.pdf)



Material del curso de Proyecto Instalador.



Instalación realizada en 1982 por alumnos de Censolar de la promoción de dicho año, que ha estado plenamente operativa durante más de un cuarto de siglo. (Polideportivo de Villarrobledo, Albacete).



**CENSOLAR**

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR