



GUÍA DOCENTE CURSO: 2019-20

**DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA**

Asignatura:	Energía Solar y Desalación		
Código de asignatura:	71062107	Plan:	Máster en Energía Solar
Año académico:	2019-20	Ciclo formativo:	Máster Universitario Oficial
Curso de la Titulación:	1	Tipo:	Obligatoria
Duración:	Primer Cuatrimestre		

**DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LA ASIGNATURA SEGÚN NORMATIVA**

Créditos:	3
Horas totales de la asignatura:	75
UTILIZACIÓN DE LA PLATAFORMA VIRTUAL:	Apoyo a la docencia

**DATOS DEL PROFESORADO**

Nombre	<b>Sánchez Pérez, José Antonio</b>		
Departamento	Dpto. de Ingeniería Química		
Edificio	Edificio Científico Técnico II - A. Planta 1		
Despacho	38		
Teléfono	+34 950 015314	E-mail (institucional)	<a href="mailto:jsanchez@ual.es">jsanchez@ual.es</a>
Recursos Web personales	<a href="http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=505553504948525265">http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=505553504948525265</a>		
Nombre	<b>Alarcón Padilla, Diego César</b>		
Departamento	-		
Edificio	Diversos Organismos Oficiales (Centros antiguos dependientes de Ministerios. Planta		
Despacho			
Teléfono	950387960	E-mail (institucional)	<a href="mailto:diego.alarcon@psa.es">diego.alarcon@psa.es</a>
Recursos Web personales	<a href="http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=">http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=</a>		
Nombre	<b>Zaragoza del Aguila, Guillermo</b>		
Departamento	-		
Edificio	Diversos Organismos Oficiales (Centros antiguos dependientes de Ministerios. Planta		
Despacho			
Teléfono	950387941	E-mail (institucional)	<a href="mailto:guillermo.zaragoza@psa.es">guillermo.zaragoza@psa.es</a>
Recursos Web personales	<a href="http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=">http://cms.ual.es/UAL/personas/persona.htm?id=</a>		

## ELEMENTOS DE INTERÉS PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

### Justificación de los contenidos

En la actualidad, muchas regiones de nuestro planeta de escasez de suministro de agua dulce. Las previsiones de Naciones Unidas anuncian que esta situación alcanzará un nivel crítico durante la primera mitad del presente siglo como resultado de factores tales como el incremento de la población mundial, el desarrollo industrial de los países en vía de desarrollo y la contaminación de los recursos hídricos actualmente existentes. La desalación de agua de mar y aguas salobres se ha propuesto como una alternativa para paliar los problemas de estrés hídrico mencionados anteriormente. Sin embargo, los procesos de desalación son consumidores intensivos de energía por lo que la viabilidad de esta solución tecnológica pasa inevitablemente por la mejora de la eficiencia energética de dichos procesos, la reducción de su impacto medioambiental y la incorporación de las energías renovables. Entre ellas, la energía solar tiene un papel especialmente relevante debido a la usual coincidencia de altos niveles de radiación solar y problemas de escasez de agua que se dan en muchas áreas geográficas del planeta. En la asignatura "Energía solar y desalación" se realiza una presentación descriptiva y actualizada de las diferentes tecnologías de desalación disponibles, las formas de energías requeridas para su funcionamiento, la propuesta de esquemas de cogeneración que permitan optimizar el uso de la energía, etc. Se pretende que el alumno adquiera conocimientos amplios y actualizados que le permitan determinar la selección de proceso desalador más óptimo en función de los parámetros de la localización escogida, así como seleccionar la tecnología solar más apropiada en función de los requisitos funcionales.

### Materia con la que se relaciona en el Plan de Estudios

Esta asignatura se enmarca en el grupo de Sistemas Solares Térmicos sin Concentración y también guarda relación con los grupos de Sistemas Solares Térmicos de Concentración y Sistemas Solares Fotovoltaicos ya que también existen procesos de desalación alimentados por estas tecnologías solares

### Conocimientos necesarios para abordar la Asignatura

No son necesarios conocimientos previos para abordar la asignatura más allá que los que ya disponen los alumnos a partir de sus titulaciones de origen que dan acceso al máster.

### Requisitos previos recogidos en la memoria de la Titulación

No existen en la memoria de la Titulación requisitos previos

## COMPETENCIAS

### Competencias Básicas y Generales

#### Competencias Básicas

- Aplicación de conocimientos

### Competencias Transversales de la Universidad de Almería

### Competencias Específicas desarrolladas

CE5 - Aprender el conocimiento y desarrollar la capacidad para la aplicación de energía solar en desalación

## OBJETIVOS/RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Los objetivos de esta asignatura son los siguientes:

1. Comprender los fundamentos de la desalación de agua de mar y aguas salobres.
2. Conocer las tecnologías de destilación térmica, ósmosis inversa y destilación por membranas.
3. Conocer las tecnologías de desalación solar de baja capacidad para su aplicación en zonas remotas.
4. Comprender la incorporación de la energía solar en sistemas de desalación convencional de alta capacidad.
5. Aprender las nuevas tecnologías asociadas a procesos de desalación tales como la producción eléctrica mediante gradientes salinos y los procesos de vertido nulo.
6. Conocer los fundamentos de la cogeneración de electricidad y agua desalada

# PLANIFICACIÓN

## Temario

### Bloque 1. Fundamentos de desalación

#### Tema 1. Fundamentos de desalación

Ecuaciones básicas y parámetros relevantes. Propiedades termodinámicas del agua pura y el agua salada. Visión general de las tecnologías de desalación: procesos convencionales y procesos emergentes. Desalación con renovables. Situación mundial actual.

### Bloque 2. Tecnologías de destilación térmica

#### Tema 2. Tecnologías de destilación térmica (LT-MED & TV-MED)

El proceso de destilación multiefecto de baja temperatura (LT-MED): alimentación directa, alimentación en paralelo, alimentación inversa. Modelado del proceso. Acoplamiento de bombas de calor al proceso MED: destilación multiefecto con termocompresión (TVC-MED), bombas de calor de absorción (ABS-MED) y bombas de calor de adsorción (ADS-MED).

#### Tema 3. Tecnologías de destilación térmica (MSF & MVC)

El proceso de evaporación súbita multietapa (MSF): configuraciones de paso-simple y recirculación de salmuera. Configuraciones de tubo cruzado y tubo largo. Compresión mecánica de vapor: simple efecto y múltiple efecto. Concentradores térmicos de salmuera basados en evaporadores flash.

### Bloque 3. Sistemas de desalación mediante energía solar de gran capacidad

#### Tema 4. Sistemas de desalación mediante energía solar de gran capacidad

Visión general de los procesos térmicos de destilación solar para baja temperatura (<130 °C) y media temperatura. Ejercicios prácticos de diseño de campos solares estáticos y de concentración solar acoplados a plantas de destilación térmica. Simulación de sistemas de destilación solar térmica.

### Bloque 4. Tecnología de ósmosis inversa

#### Tema 5. Tecnología de ósmosis inversa

Componentes y análisis del consumo energético. Visión general de los sistemas de recuperación energética. Desafíos en el acoplamiento de la energía solar con el proceso RO, características y rendimiento energético. Experiencias a nivel de planta piloto.

### Bloque 5. Tecnologías de desalación mediante energía solar de baja capacidad

#### Tema 6. Tecnologías de desalación mediante energía solar de baja capacidad (Solar stills & HDH)

Sistemas pasivos de desalación solar y destiladores solares tipo invernadero (solar still). Diseños para mejorar la eficiencia de un solar still. Desalación con sistemas de humidificación-deshumidificación. Visión general de las tecnologías disponibles.

### Bloque 6. Tecnología de destilación por membranas

#### Tema 7. Tecnología de destilación por membranas

Fundamentos teóricos y configuraciones. Membranas y módulos. Balance energético y acoplamiento con energía solar. Experiencias con prototipos de destilación por membranas.

### Bloque 7. Nuevas tecnologías asociadas a procesos de desalación (SGP, ZLD)

#### Tema 8. Nuevas tecnologías asociadas a procesos de desalación (SGP, ZLD)

Visión general de nuevas tecnologías de desalación y su acoplamiento con la energía solar. Aplicaciones solares al tratamiento de salmueras. Sistemas para vertido nulo y papel de la energía solar. Recuperación de productos valiosos y generación eléctrica a partir de salmueras. Estanques de gradiente salino y sinergias con desalación.

### Bloque 8. Cogeneración de electricidad y agua mediante energía termosolar de concentración (CSP+D)

#### Tema 9. Cogeneración de electricidad y agua mediante energía termosolar de concentración (CSP+D)

Fundamentos de la generación combinada de electricidad y agua desalada. Ciclos de potencia en aplicaciones de cogeneración. Combinación de plantas termosolares de concentración y plantas de desalación (CSP+D). Evaluación tecno-económica de plantas CSP+D.

### **Metodología y Actividades Formativas**

En las horas presenciales, como metodología docente se va a utilizar:

- Clases magistrales/participativas
- Realización de problemas

Con respecto al trabajo autónomo del alumno, éste deberá realizar:

- Estudio individual de los contenidos teóricos.
- Asimilación de los conocimientos derivados de las materias impartidas en las clases teóricas.
- Resolución de problemas y ejercicios relacionados con plantas CSP+D.
- Elaboración del informe de los ejercicios.

### **Actividades de Innovación Docente**

#### **Diversidad Funcional**

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales pueden dirigirse a la Delegación del Rector para la Diversidad Funcional (<http://www.ual.es/discapacidad>) para recibir la orientación o asesoramiento oportunos y facilitar un mejor aprovechamiento de su proceso formativo. De igual forma podrán solicitar la puesta en marcha de las adaptaciones de contenidos, metodología y evaluación necesarias que garanticen la igualdad de oportunidades en su desarrollo académico. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad. Los docentes responsables de esta guía aplicaran las adaptaciones aprobadas por la Delegación, tras su notificación al Centro y al coordinador de curso

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

### Criterios e Instrumentos de Evaluación

#### Criterios de evaluación

El sistema de evaluación se basa en la realización de las siguientes actividades académicamente dirigidas, en las que se consideran todos los aspectos de la labor del estudiante y que se evalúan entre 0 y 10 puntos, debiendo obtener más de 5 puntos en cada una para poder superar la asignatura:

- Las relaciones de ejercicios y resolución de problemas, donde los alumnos irán resolviendo problemas muy cercanos al ejercicio de la profesión.
- Se realizará un examen final de la asignatura, consistente en una serie de ejercicios teóricos y prácticos.

Además, se tomarán en cuenta otros aspectos de la labor del estudiante como:

- Participación activa en las sesiones presenciales y debates.
- Asistencia a sesiones presenciales.

La evaluación de la asignatura considera también las observaciones del proceso mediante la asistencia de los alumnos a tutorías y prácticas fundamentalmente. Para ello, se han planteados los tipos de actividades comentadas anteriormente y se evalúan (sobre 10 puntos) según la expresión:

Calificación=  $0.20 \cdot \text{Problemas y ejercicios} + 0.75 \cdot \text{Examen} + 0.05 \cdot \text{Participación}$

Las competencias CE5 y CB7 se evaluarán con el examen, los problemas y ejercicios, así como a través de las consultas que sobre las mismas realicen los profesores. Las competencias se evaluarán como Excelente, Apto o Insuficiente, debiendo obtener un Apto como mínimo para superar esta asignatura.

#### Instrumentos de evaluación

- Pruebas, ejercicios, problemas.
- Observaciones del proceso.
- Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc.
- Pruebas finales (escritas u orales).

### Mecanismos de seguimiento

- Asistencia a tutorías
- Alta y acceso al aula virtual
- Participación en herramientas de comunicación (foros de debate, correos)
- Entrega de actividades en aula virtual

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía recomendada

#### *Básica*

- H.T. El-Dessouky & H.M Ettouney . Fundamentals of Salt Water Desalination. Elsevier. 2002.
- A. Cipollina, G. Micale, L. Rizutte . Seawater Desalination. Conventional and Renewable Energy Processes. Springer. 2009.
- P. Palenzuela, D. C. Alarcón-Padilla, G. Zaragoza. Concentrating Solar Power and Desalination Plants. Springer. 2015.
- H. Zheng. Solar Energy Desalination Technology. Elsevier. 2017.
- V. Belessiotis, S. Kalogirou, E. Delyannis. Thermal Solar Desalination. Associated Press - Elsevier. 2016.

#### *Complementaria*

- J. M. Veza. Introducción a la Desalación de Aguas. Servicio Publicaciones ULPGC. 2002.
- J. A. Medina San Juan. Desalación de aguas salobres y de mar. Ósmosis Inversa.. Mundi Prensa Libros S.A.. 2000.
- Jane Kucera. Desalination Water from Water, 2nd Ed.. Scrivener Publishing LLC. 2019.

#### *Otra Bibliografía*

### Bibliografía existente en el Sistema de Información de la Biblioteca de la UAL

Puede ver la bibliografía existente en la actualidad en el Sistema de Gestión de Biblioteca consultando en la siguiente dirección:

[https://www.ual.es/bibliografia\\_recomendada71062107](https://www.ual.es/bibliografia_recomendada71062107)

## DIRECCIONES WEB