

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Energías Renovables**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):**

**Tecnología de Células Fotovoltaicas  
(2021 - 2022)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: <b>Tecnología de Células Fotovoltaicas</b>	Código: <b>835922102</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias. Sección de Física</b></li><li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Energías Renovables</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2018 (Publicado en 2018-06-04)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Física</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

No

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>RICARDO LUIS GUERRERO LEMUS</b>
- Grupo: <b>1</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>RICARDO LUIS</b></li><li>- Apellido: <b>GUERRERO LEMUS</b></li><li>- Departamento: <b>Física</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Física Aplicada</b></li></ul>

**Contacto**

- Teléfono 1: **922318306**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **rlemus@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Jueves	14:00	18:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	28
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	online

Observaciones:

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	online
Todo el cuatrimestre		Jueves	14:00	18:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	37

Observaciones:

**Profesor/a: CECILIO HERNANDEZ RODRIGUEZ**

- Grupo:

**General**

- Nombre: **CECILIO**
- Apellido: **HERNANDEZ RODRIGUEZ**
- Departamento: **Física**
- Área de conocimiento: **Física Aplicada**

<b>Contacto</b> - Teléfono 1: <b>922318243</b> - Teléfono 2: <b>922318101</b> - Correo electrónico: <b>chdezr@ull.es</b> - Correo alternativo: <b>chdezr@ull.edu.es</b> - Web: <b>https://chdezr.webs.ull.es</b>						
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Martes	11:15	13:15	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:15	13:15	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Observaciones: Escenario 0: 4ª Planta. Ala Sur. Despacho 34. Durante el curso se informará de posibles cambios. Escenario 1: plantear las dudas al email del profesor de lunes a viernes de 9:00 a 17:00 horas. Tutorías online de martes a viernes. Consultar aula virtual de la asignatura.						
<b>Tutorías segundo cuatrimestre:</b>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Martes	11:15	13:15	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:45	10:45	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34

Todo el cuatrimestre		Jueves	11:15	13:15	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	34
Observaciones: 4ª Planta. Ala Sur. Despacho 34. Durante el curso se informará de posibles cambios. Escenario 1: plantear las dudas al email del profesor de lunes a viernes de 9:00 a 17:00 horas. Tutorías online de martes a viernes. Consultar aula virtual de la asignatura.						

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Obligatoria**  
 Perfil profesional:

#### 5. Competencias

##### Competencias Generales

- G1** - Dominar el lenguaje científico-técnico de las energías renovables, y los conocimientos y razones últimas que lo sustentan a públicos especializados y no especializado de una forma clara y sin ambigüedades
- G2** - Realizar investigación y desarrollo de forma independiente en el ámbito de las energías renovables
- G3** - Trabajar en equipos multidisciplinares y/o internacionales en el ámbito de las energías renovables, empleando herramientas colaborativas

##### Competencias Básicas

- CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7** - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB8** - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9** - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

##### Competencias Específicas

- E1** - Evaluar las ventajas e inconvenientes de cada una de las distintas fuentes de energía renovable.

#### 6. Contenidos de la asignatura

#### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Contenido teórico:

Tema 1. Física de semiconductores.

Tema 2. Procesos de fabricación de células de primera generación.

Tema 3. Técnicas de caracterización básicas.

Tema 4. Técnicas de caracterización específicas de células fotovoltaicas.

Tema 5. Procesos de fabricación células fotovoltaicas de segunda generación.

Tema 6. Procesos de fabricación de células de tercera generación.

Tema 7. Aspectos básicos del mercado de células fotovoltaicas.

Prácticas en laboratorio con simulador solar y con dispositivos de medidas de características solares, así como con software de simulación de células fotovoltaicas y de procesos de fabricación de células en una línea de producción.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

Análisis y discusión de artículos de investigación en células fotovoltaicas.

### 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

#### Descripción

Clases teóricas.

Clases prácticas para la discusión de artículos de investigación.

Utilización de herramientas TIC en la plataforma Moodle para la evaluación continua y entrega de trabajos.

Tutorías presenciales y virtuales.

#### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	40,00	0,00	40,0	[G1], [CB6 ], [CB8 ], [CB10 ]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[G2], [CB6 ], [CB8 ], [CB10 ]

Realización de trabajos (individual/grupal)	4,00	0,00	4,0	[G1], [G2], [G3], [CB6 ], [CB7], [CB8 ], [CB9], [CB10 ], [E1]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	32,00	32,0	[G1], [G2], [G3], [CB6 ], [CB7], [CB8 ], [CB9], [CB10 ], [E1]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	14,00	14,0	[G1], [G2], [G3], [CB6 ], [CB7], [CB8 ], [CB9], [CB10 ], [E1]
Preparación de exámenes	0,00	18,00	18,0	[G1], [G2], [G3], [CB6 ], [CB8 ], [CB10 ]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[G1], [CB6 ], [CB8 ], [CB10 ]
Asistencia a tutorías	3,00	0,00	3,0	[G1], [G2], [G3]
Preparación de trabajos	0,00	26,00	26,0	[G1], [G2], [G3], [CB6 ], [CB7], [CB8 ], [CB9], [CB10 ], [E1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- Tecnología de Células Fotovoltaicas. B. González-Díaz and R. Guerrero-Lemus. Editorial Académica Española (2013). ISBN 978-3-659-05463-1.
- Crystalline Silicon Solar Cells, Adolf Goetzberger, Joachim Knobloch, Bernhard Voss, Ed. Wiley and Sons, 1st edition 1998 ISBN 0-471-97144-8.
- Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications, Martin A. Green, Prentice-Hall, 1982, ISBN 0138222703.
- Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion, Martin A. Green, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-40137-7.
- Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Hans Lüth, 1995 Springer Verlag, ISBN 3-540-42331-1.
- Renewable Energies and CO<sub>2</sub>: Cost Analysis, Environmental Impact and Technology Trends. Ricardo Guerrero-Lemus and José Manuel Martínez-Duart. Lecture Notes in Energy (Vol. 3). Springer Verlag 2012. ISBN 978-1-4471-4385-7.

### Bibliografía Complementaria

### Otros Recursos

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación de la asignatura se llevará a cabo según el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna, o el reglamento vigente en cada momento.

La **EVALUACIÓN CONTINUA** del alumnado se realizará de acuerdo a los siguientes apartados:

Por norma general la evaluación será continua, para lo cual el alumnado deberá acreditar al menos un 80% de asistencia a las clases y la realización del 100% de las actividades programadas e incluyendo las pruebas finales programadas para el final del cuatrimestre.

La evaluación final se realizará de acuerdo a los siguientes porcentajes:

- C1 Trabajos y proyectos: 40%.
- C2 Actividades en el aula de docencia virtual: 20%
- C3 Examen final: 40%
  - o C3.1 Cuestionario tipo test: 20%.
  - o C3.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

La evaluación de los trabajos y proyectos se hará mediante la realización de uno o varios informes por parte del alumnado, en inglés al menos en un 50% (podrá elevarse al 100% a criterio del profesor) en el que profundice en relación a los contenidos impartidos por el profesor dentro de la asignatura. El informe podrá ser sometido a exposición por parte del alumnado, y preferentemente en inglés (a criterio del profesor).

Un 20% de la calificación final se asignará en función de la participación y realización de distintas actividades a través Unidad de Docencia Virtual dentro del proceso de evaluación continua. Si el alumnado no participa en la evaluación continua, dicho 20% se sumará al porcentaje de la calificación final que supone el examen tipo test, de forma que éste alcanzará el 40% de la calificación final.

Para poder superar la asignatura será necesario contestar correctamente, al menos, 2/3 de las preguntas del apartado C3.1 y obtener al menos una calificación de 3.5 sobre 10 en el apartado C3.2.

#### **EVALUACIÓN ALTERNATIVA** a la continua.

El alumnado tendrá derecho a una evaluación alternativa a la continua. La contribución a la calificación final de los diferentes apartados será la siguiente:

- A1 Trabajos y proyectos: 40%.
- A2 Examen final: 60%
  - o A3.1 Cuestionario tipo test: 40%.
  - o A3.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

Los trabajos y proyectos deberán entregarse como plazo máximo el día del examen. La estructura del examen será la misma añadiendo una parte adicional en el examen tipo test correspondiente a las actividades de la docencia virtual. Los mínimos de puntuación establecidos en la evaluación alternativa para la parte A3.1 y A3.2 serán los mismos que los exigidos en la evaluación continua (2/3 de las preguntas tipo test y al menos un 3.5 sobre 10 en A3.2).

En el caso de que el alumnado quiera evaluarse de la asignatura durante el año académico en el que la misma no se



imparte, al tratarse de un máster con carácter bienal, deberá comunicar mediante correo electrónico al profesor responsable que figure en de la guía docente, en un plazo no inferior a 7 días naturales anteriores a la fecha de la convocatoria a la que piensa y/o tiene la intención de presentarse. Se recuerda, además que en dichos años académicos la asignatura no tiene convocatoria en septiembre.

### CONVOCATORIAS EXTRAORDINARIAS (QUINTA Y SEXTA)

Según el artículo 4.1 del REGLAMENTO DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA: "De conformidad con lo establecido en los Estatutos de la Universidad de La Laguna y su normativa de desarrollo, el alumnado que se encuentre en quinta o sexta convocatoria o convocatoria adicional de una determinada asignatura podrá renunciar a ser evaluado y calificado por un tribunal constituido al efecto. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación, al menos de diez días hábiles a la celebración del examen o en el plazo máximo que el calendario académico permita".

Con carácter general, la evaluación en estas convocatorias extraordinarias consistirá en la realización de un examen escrito sobre los CONOCIMIENTOS TEÓRICOS; un examen escrito y práctico para valorar los CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS; y un examen escrito para evaluar OTROS CONOCIMIENTOS. Estos dos últimos exámenes sólo deberán realizarlos aquellos alumnos que hubieran obtenido una calificación inferior a 5 en la valoración continua realizada durante el curso. La ponderación de cada uno de ellos coincide con la descrita anteriormente.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB6 ], [G1]	Contestar un mínimo de 2/3 de las preguntas correctamente para poder aprobar y ser evaluado en el resto de pruebas	40,00 %
Pruebas de desarrollo	[CB10 ], [G3], [G2]	Diseñar y simular con PC1D una célula fotovoltaica y simular el proceso de fabricación. Máxima calificación a quien consiga la máxima eficiencia, mínimo coste y lo razone de acuerdo con parámetros conocidos.	40,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB9], [CB7]	Exposición y discusión de artículo de investigación (revistas: Progress in Photovoltaics o Solar Energy Materials and Solar Cells). Se valorará la complejidad del tema, el avance tecnológico implícito en el artículo y la capacidad para expresarse	10,00 %
Actividad en el aula de docencia virtual	[E1], [CB8 ], [CB7]	Realización de cuestionarios correctamente y participación en los foros	10,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

Conocer y entender los distintos procesos de fabricación de células fotovoltaicas, aplicando los conocimientos adquiridos. Dominar el lenguaje científico-técnico en células fotovoltaicas y ser capaz de expresarse correctamente, tanto oralmente como por escrito.

Conocer los nuevos campos de investigación y desarrollo en células fotovoltaicas.  
 Conocer y saber describir las distintas técnicas de fabricación de células fotovoltaicas

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

Se pueden producir algunos cambios en función de la evolución de la asignatura y de las festividades que afecten al horario.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 2:	1	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	2	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	3	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 5:	3	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	4	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	4	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	5	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	6	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	6	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	7	Clases presenciales en el aula (teórica y práctica)	4.00	3.00	7.00
Semana 12:		Trabajos prácticos con programas de simulación	4.00	3.00	7.00

Semana 13:		Trabajos prácticos con programas de simulación	4.00	3.00	7.00
Semana 14:		Trabajos prácticos con programas de simulación	2.00	3.00	5.00
Semana 15:		Repaso de contenidos adquiridos	2.00	3.00	5.00
Semana 16 a 18:		Evaluación y trabajo autónomo del alumnado.	4.00	15.00	19.00
Total			60.00	90.00	150.00