



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001531 - Sistemas de fabricacion laser y detección óptica**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingenieria Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Anual

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	12
8. Recursos didácticos.....	16

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001531 - Sistemas de fabricacion laser y detección óptica
<b>No de créditos</b>	12 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Anual
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AZ - Master universitario en ingeniería industrial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Miguel Morales Furio (Coordinador/a)		miguel.morales@upm.es	- -
Carlos Luis Molpeceres Alvarez		carlos.molpeceres@upm.es	Sin horario.
Sara Lauzurica Santiago		sara.lauzurica@upm.es	Sin horario.

Jose Maria Diaz De La Cruz Cano		jose.diazdelacruz@upm.es	Sin horario.
Jesus De Vicente Y Oliva		jesus.devicente@upm.es	Sin horario.
Jose Luis Ocaña Moreno		joseluis.ocana@upm.es	Sin horario.
Miguel Holgado Bolaños		m.holgado@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Industrial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos básicos de Óptica, Electromagnetismo, Materiales e Ingeniería Mecánica al nivel impartido en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

- (a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
- (b) - EXPERIMENTA. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.
- (c) - DISEÑA. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.
- (d) - TRABAJA EN EQUIPO. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- (f) - ES RESPONSABLE. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.
- (g) - COMUNICA. Habilidad para comunicar eficazmente.
- (h) - ENTIENDE LOS IMPACTOS. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.
- (i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.
- (j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.
- (k) - USA HERRAMIENTAS. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.
- (l) - ES BILINGÜE. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).
- (m) - PLANIFICA. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.
- (n) - IDEA. Creatividad

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA127 - El alumno es capaz de organizar y dirigir su aprendizaje de forma autónoma para ampliar sus conocimientos en una materia.

RA125 - Utiliza correctamente técnicas de comunicación oral.

RA113 - Cualquier miembro del equipo es capaz de exponer y defender cualquier parte del trabajo realizado.

RA132 - Originalidad de los enfoques y soluciones propuestos

RA306 - Conocimientos de aplicaciones industriales del láser (fundamentos, sistemas, aplicaciones y seguridad)

RA126 - El alumno es capaz de valorar los efectos positivos y negativos de la solución a un problema de ingeniería que afectan a la sociedad, la economía y el medio ambiente.

RA130 - El equipo desarrolla una planificación inicial del trabajo y presenta un cronograma final explicando desviaciones

RA124 - Gestiona el tiempo de la presentación

RA129 - Utilizan los programas o el instrumental de forma avanzada

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura "Sistemas de Fabricación Láser y Detección Óptica" está enmarcada en el bloque "Industriales Ingenia" (12 ECTS) del Máster en Ingeniería Industrial de la ETSI Industriales UPM. Las asignaturas de dicho bloque están orientadas a que los alumnos participen de forma activa en su proceso de aprendizaje, viviendo el desarrollo completo de algún "ingenio", en nuestro caso un sistema de fabricación láser o un dispositivo óptico, y fomentando la adquisición de conocimientos y técnicas propias del ámbito de la Ingeniería Óptica y de Fabricación, así como de competencias transversales fruto de su experiencia en el desarrollo completo de un producto.

La asignatura está orientada a potenciar la aplicación práctica de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, especialmente en relación a temas de Óptica, Electromagnetismo, Ingeniería Mecánica, empleando un enfoque de aprendizaje basado en proyectos. Los alumnos trabajarán en equipos viviendo el proceso completo de desarrollo de la máquina/sistema planteada e ingenlada por ellos mismos, no sólo desde el punto de vista técnico, sino también desde el económico, abordando todas sus fases, desde la elección del proceso (y su estudio en bibliografía), el diseño conceptual de la máquina/sistema con su cuaderno de especificaciones, la integración y fabricación de la misma, y su ensayo final para comprobar el cumplimiento de las especificaciones inicialmente planteadas. La asignatura pretende aportar a los alumnos una metodología sistemática para el desarrollo de sistemas de fabricación láser.

Los alumnos se dividirán en grupos de 4 o 5 personas y recibirán una propuesta de proceso láser o proceso de detección óptica sobre el que trabajar en equipo, ligado al desarrollo completo de un sistema para realizar dicho proceso.

Inspirándose en la bibliografía (incluyendo patentes, planos y diseños de máquinas similares) los alumnos

diseñarán versiones sencillas y de bajo coste, de las distintas máquinas propuestas, cumpliendo con su cuaderno de especificaciones.

Una vez seleccionado (con la ayuda del profesorado) el proceso láser/dispositivo óptico que se desea que realice el sistema se procederá a trabajar en el diseño del mismo. Para alcanzar este objetivo se seguirán una serie de pasos:

? En una primera fase se les proporcionará material para que conozcan el proceso en cuestión (con sus dificultades y soluciones más habituales) y se valorará la búsqueda de información suplementaria por parte de los alumnos. El profesorado le guiará a la hora de comenzar a buscar este tipo de información.

? Una vez conocido el proceso se determinará la fuente láser/sistema de iluminación necesaria para integrar en el equipo, es decir, longitud de onda, energía por pulso/potencia, continuo o pulsado, tecnología, ?. Para ello se buscarán las especificaciones de equipos en los distintos fabricantes y se solicitarán a su vez presupuestos.

? Una vez fijado el láser/sistema de iluminación se procederá a definir el sistema de manejo de haz o el sistema de movimiento si fuese necesario. En concreto, se tomarán decisiones sobre la conveniencia de mover el láser/sistema de iluminación o la pieza, o se puede optar por emplear escáneres con un área de trabajo suficiente para cubrir las dimensiones de las piezas.

? Posteriormente se realizará el diseño del camino óptico (que vendrá condicionado por las decisiones previas). Se determinarán los elementos ópticos necesarios, la optomecánica o en su caso el empleo de fibra óptica con su acoplamiento de entrada y cabezal de salida.

? Por último, se definirán los elementos de seguridad del sistema. En especial, se hará analizará la necesidad de trabajar con elementos de protección personal (gafas de protección láser, ropa de laboratorio, ?) o la realización de un encapsulamiento y su control remoto para que el sistema trabaje con un sistema láser de clase I.

Alcanzado este punto los alumnos presentarán sus diseños conceptuales, el cuaderno de especificaciones y el coste estimado del mismo (teniendo en cuenta no sólo el coste de los componentes).

El profesorado analizará los sistemas propuestos y planteará realizar sistemas a escala de los mismos. Estos

sistemas pueden realizarse con equipos de menor potencia (lo que reduce el coste del sistema y los riesgos del mismo), con áreas de trabajo/piezas menores, menores velocidades de proceso (ejes más lentos) y menores precisiones (ejes/escáner de menor calidad). Pero se buscará que los sistemas a diseñar incorporen la mayor parte de las características del equipo propuesto. Es decir, el tipo de guiado del haz, el movimiento de la pieza o del cabezal láser, el manejo de haces pulsados o continuos, ?

Tras haber realizado la simplificación del sistema se procederá a la fabricación del mismo. Para alcanzar este objetivo se seguirán una serie de pasos:

? Se realizará el diseño del sistema láser/dispositivo óptico a escala y su cuaderno de especificaciones.

? Selección de componentes. En esta fase se localizarán los componentes y sus proveedores y se solicitarán los presupuestos (en caso de no estar ya disponible los componentes en las instalaciones del Centro Láser se procederá a la compra de los mismos).

? Integración y montaje del sistema. Esta fase es la que se considera que les llevará más tiempo y en la que el trabajo en equipo será crítico para lograr montar el sistema en la duración de la asignatura.

? Por último, se realizarán pruebas con el demostrador fabricado y se comprobarán sus prestaciones y su adecuación a su cuaderno de especificaciones.

Una vez obtenido el demostrador se presentará a los compañeros junto con el cuaderno de especificaciones, los resultados de los ensayos de validación y el coste del sistema final.

Los diseños se fabricarán y ensayarán con ayuda de las tecnologías disponibles en el Centro Láser UPM y recurriendo a elementos comerciales (elemento opto-mecánicos, ejes, escáneres, controladoras, ordenadores, ?), para los que los alumnos contarán con nuestro patrocinio.

En cuanto al cronograma propuesto, el primer cuatrimestre terminará con el diseño conceptual del sistema (junto con su cuaderno de especificaciones y estimación de coste), como paso previo a la fabricación de los prototipos



de las distintas máquinas. La fabricación, montaje, ensayo y análisis de las soluciones finales será objeto del segundo cuatrimestre.

Se realizarán diferentes presentaciones individuales y en grupo, en sesiones de asistencia obligatoria. En dichas presentaciones, cada grupo presentará las soluciones y los diseños propuestos, respondiendo a las cuestiones y propuestas del resto de grupos y de los profesores de la asignatura. Se pretende además que los alumnos desarrollen una cierta competencia emprendedora teniendo en cuenta que el sistema desarrollado podría considerarse (a nivel estrictamente de ejercicio académico) como un desarrollo comercial, por lo que se les animará a que en la presentación del trabajo realicen una hoja o tríptico informativo como si de un folleto comercial de la máquina se tratara.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Óptica geométrica
3. Óptica de haces gaussianos
4. Introducción a los fundamentos del láser
5. Tipos de láseres
6. Introducción a la interacción láser-materia
7. Sistemas láser y dispositivos ópticos
8. Seguridad láser
9. Aplicaciones industriales del láser
10. Otras técnicas de micro y nanofabricación
11. Caracterización de procesos láser
12. Técnicas de caracterización óptica
13. Sostenibilidad y responsabilidad Social
14. Trabajo en equipo, Comunicación y Creatividad

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Clase Teórica: Introducción</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Visita a las instalaciones del Centro Láser UPM</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
2	<b>Clase Teórica: Óptica geométrica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clase Teórica: Introducción a los fundamentos del láser</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Formación de los equipos</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
3	<b>Clase Teórica: Óptica de haces gaussianos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clase Teórica: Introducción a la interacción láser-materia</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Elección del ingenia</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
4	<b>Clase Teórica: Seguridad Láser</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase Práctica: Seguridad Láser</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Elección del ingenia</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
5	<b>Clase Teórica: Sistemas láser y dispositivos ópticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
6	<b>Clase Teórica: Aplicaciones industriales del láser</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Clase Práctica: Marcado láser</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
7	<b>Trabajo en equipo, Comunicación y Creatividad</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Sostenibilidad y responsabilidad Social</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

8	<p><b>Clase Teórica: Aplicaciones industriales del láser</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Clase Práctica: Corte láser</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
9	<p><b>Otras técnicas de micro y nanofabricación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
10	<p><b>Sostenibilidad y responsabilidad Social</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Trabajo en equipo, Comunicación y Creatividad</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Clase Teórica: Caracterización de procesos láser</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Clase Práctica: Caracterización de procesos láser</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
12			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
13			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p><b>Presentación inicial del diseño conceptual, cuaderno de especificaciones y coste estimado</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Clase Teórica: Técnicas de caracterización óptica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Visita al laboratorio de Metrología</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
15	<p><b>Sostenibilidad y responsabilidad Social</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Trabajo en equipo, Comunicación y Creatividad</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
17			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	

18			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
19			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
20				<p><b>Trabajo sobre sostenibilidad</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00</p>
21			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
22			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
23			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
24			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
25			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
26			<p><b>Trabajo en el diseño del sistema de fabricación láser o dispositivo óptico</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
27				<p><b>Presentación Final. Documentación del sistema. Cuaderno de especificaciones. Documentación comercial. Documentación para la gala.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:30</p> <p><b>Coevaluación entre los miembros del equipo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00</p>

28				<p>Ingenio (sistema de fabricación láser o del dispositivo óptico) finalizado.  <b>Funcionalidad, adecuación a especificaciones, software, elementos de seguridad, diseño, ...</b>            TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo            Evaluación continua y sólo prueba final            Duración: 05:00</p>
29				<p><b>Evaluación del equipo por parte del profesorado. Trabajo en grupo (participación, colaboración, ...).</b>  <b>Resolución de problemas. Búsqueda de alternativas. Orden y limpieza en las instalaciones. Seguridad. Asistencia.</b>            PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo            Evaluación continua y sólo prueba final            Duración: 02:00</p>
30				
31				
32				
33				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
13	Presentación inicial del diseño conceptual, cuaderno de especificaciones y coste estimado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
20	Trabajo sobre sostenibilidad	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	20%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
27	Presentación Final. Documentación del sistema. Cuaderno de especificaciones. Documentación comercial. Documentación para la gala.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:30	20%	4 / 10	(a) (k) (f) (l) (n) (d) (j) (m) (b) (c) (e) (g)

							(h) (i)
27	Coevaluación entre los miembros del equipo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	10%	0 / 10	(d)
28	Ingenio (sistema de fabricación láser o del dispositivo óptico) finalizado. Funcionalidad, adecuación a especificaciones, software, elementos de seguridad, diseño, ...	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	05:00	20%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
29	Evaluación del equipo por parte del profesorado. Trabajo en grupo (participación, colaboración, ...). Resolución de problemas. Búsqueda de alternativas. Orden y limpieza en las instalaciones. Seguridad. Asistencia.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	02:00	20%	4 / 10	(a) (k) (f) (l) (n) (j) (m) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
13	Presentación inicial del diseño conceptual, cuaderno de especificaciones y coste estimado	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	10%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)

20	Trabajo sobre sostenibilidad	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	20%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
27	Presentación Final. Documentación del sistema. Cuaderno de especificaciones. Documentación comercial. Documentación para la gala.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:30	20%	4 / 10	(a) (k) (f) (l) (n) (d) (j) (m) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
27	Coevaluación entre los miembros del equipo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	10%	0 / 10	(d)
28	Ingenio (sistema de fabricación láser o del dispositivo óptico) finalizado. Funcionalidad, adecuación a especificaciones, software, elementos de seguridad, diseño, ...	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	05:00	20%	5 / 10	(j) (m) (a) (k) (f) (l) (n) (d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
	Evaluación del equipo por parte del profesorado. Trabajo en grupo (participación, colaboración, ...). Resolución de	PG: Técnica del tipo					(a) (k) (f) (l) (n) (j) (m)



29	problemas. Búsqueda de alternativas. Orden y limpieza en las instalaciones. Seguridad. Asistencia.	Presentación en Grupo	No Presencial	02:00	20%	4 / 10	(d) (b) (c) (e) (g) (h) (i)
----	--	-----------------------	---------------	-------	-----	--------	---

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

En relación a la evaluación, se fomentará la interdependencia positiva, planteando problemas de envergadura suficiente como para promocionar la implicación de todos los alumnos de cada equipo en el proyecto de desarrollo del sistema láser, y se garantizará la exigibilidad individual, complementando la evaluación grupal ligada al proyecto final (80% de la calificación) con la evaluación individuales (20% de la calificación) por el desempeño en el desarrollo del sistema. Se realizaran coevaluaciones y evaluaciones entre pares para valorar el desempeño de los equipos y de los individuos dentro del equipo.

La participación en la organización de la gala se tendrá en cuenta con hasta 1 punto que se añadirá a la nota, no pudiendo sobrepasar el 10.

La participación en la gala se tendrá se tendrá en cuenta con hasta 0,5 puntos que se añadirá a la nota, no pudiendo sobrepasar el 10.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Recursos varios en Moodle	Recursos web	Presentaciones de profesores, plantillas de programación, planificación asignatura, info talleres competencias y sostenibilidad, etc.