

## ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1.	DENOMINACIÓN DEL TÍTULO .....	1
2.	ÁMBITO Y RAMA DE CONOCIMIENTO .....	1
3.	CENTRO .....	1
4.	ENTIDAD COLABORADORA.....	1
5.	PUESTO DE TRABAJO .....	1
6.	ESTUDIANTE .....	2
7.	MECANISMOS DE COORDINACIÓN, TUTORÍA Y SUPERVISIÓN .....	2
8.	ITINERARIO FORMATIVO-LABORAL Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN .....	3
8.1.	Itinerario formativo .....	3
8.2.	Descripción detallada de las asignaturas .....	3
8.3.	Programación de actividades (Se incluye un ejemplo) .....	7
9.	SISTEMAS DE EVALUACIÓN .....	7
10.	RECURSOS MATERIALES, INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS DISPONIBLES .....	8
11.	COMISIÓN MIXTA .....	8
11.1.	Criterios de admisión.....	8

### 1. DENOMINACIÓN DEL TÍTULO

<b>Máster Universitario en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Zaragoza</b>
---

### 2. ÁMBITO Y RAMA DE CONOCIMIENTO

<b>Ámbito de conocimiento</b>
-------------------------------

Ingeniería y Arquitectura
---------------------------

<b>Rama de conocimiento</b>
-----------------------------

Ingeniería industrial, ingeniería mecánica, ingeniería automática, ingeniería de la organización industrial e ingeniería de la navegación
---

### 3. CENTRO

<b>Centro</b>
---------------

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)
---

### 4. ENTIDAD COLABORADORA

<b>Nombre de la entidad</b>
-----------------------------

S.A. Industrias Celulosa Aragonesa (Saica Group)
--

### 5. PUESTO DE TRABAJO

<b>Puesto de trabajo y departamento en el que se desarrolla el itinerario dual</b>
--

R&D&i
-------

**6. ESTUDIANTE**

<b>Nombre, apellidos, DNI y NIP</b>
XXXX

**7. MECANISMOS DE COORDINACIÓN, TUTORÍA Y SUPERVISIÓN**
**Mecanismos de coordinación entre tutores:**

- Reuniones inicial (para definir el Plan Formativo Individual) y final (para realizar la valoración del mismo y la evaluación de cada estudiante).
- Reuniones mensuales de seguimiento
- Comunicación por correo electrónico y teléfono ante incidencias.

**Mecanismos de tutoría y supervisión:**

- Reuniones semanales del tutor de la entidad con cada estudiante
- Reuniones bimensuales entre las dos personas que tutorizan y cada estudiante
- Comunicación por correo electrónico

<b>Tutores del Proyecto Formativo en Dualidad</b>	
<b>Por la entidad colaboradora</b>	Compaired Turlán, Diego (R&D&i Deputy Group Director) diego.compaired@saica.com
<b>Por la Universidad de Zaragoza</b>	Royo Vázquez, Emilio (IPF) eroyo@unizar.es

<b>Funciones de los Tutores del Proyecto Formativo en Dualidad</b>	
<b>Por la entidad colaboradora</b>	<p>Apoyar la interacción del estudiante con el departamento de recursos humanos.</p> <p>Comunicar al estudiante los responsables en la empresa para cada materia/asignatura dualizada y velar por una adecuada interacción con los mismos, gestionando las incidencias que puedan surgir. Trasladar a dichos responsables los aspectos docentes que comuniquen los profesores responsables de las asignaturas.</p> <p>Supervisar que el estudiante tiene acceso a recursos, información e infraestructuras para desarrollar las actividades y trabajos programados en cada asignatura para alcanzar los resultados de aprendizaje correspondientes.</p> <p>Facilitar la documentación de las actividades desarrolladas en la entidad colaboradora para que la Comisión Mixta emita un informe del grado de consecución del Plan Formativo Individual.</p> <p>Elaborar un informe sobre el desempeño del puesto de trabajo.</p>
<b>Por la Universidad de Zaragoza</b>	<p>Informar de las gestiones académicas necesarias y apoyar la interacción del estudiante con los servicios administrativos.</p> <p>Apoyar al estudiante en el seguimiento de las actividades desarrolladas en el centro universitario: informar de horarios y aulas, gestionar incidencias docentes, asegurar de que dispone de un espacio adecuado en el horario</p>

	<p>de trabajo personal en el centro universitario.</p> <p>Ejercer de intermediario entre los docentes de las asignaturas y la entidad colaboradora, informando de los resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación (rúbricas) de las asignaturas, así como los contenidos y la planificación de las actividades formativas en el centro universitario.</p> <p>Facilitar la valoración de los resultados académicos logrados en las materias dualizadas para que la Comisión Mixta emita un informe del grado de consecución del Plan Formativo Individual.</p>
--	--

## 8. ITINERARIO FORMATIVO-LABORAL Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN

### 8.1. Itinerario formativo

**Modelo seguido:** Itinerario basado en asignaturas optativas + Practicas externas + Trabajo Fin de Estudios

Materias y asignaturas que integran el itinerario dual		
Itinerario de Optatividad Sectorial	Bienes de consumo	
Materia	Asignaturas	ECTS
Trabajo Fin de Máster en mención dual	Trabajo Fin de Máster	12
Prácticas externas en mención dual	Prácticas externas 2	6
Desarrollo de producto en mención dual	Desarrollo mecánico en bienes de consumo	3
Fabricación en mención dual	Digitalización y verificación dimensional de componentes	3
Optativa en mención dual	Tecnología del embalaje basado en cartón ondulado	6
<b>Total</b>		<b>30</b>

Observaciones: Los 6 ECTS de optatividad en vía ordinaria son libres, dentro de las materias de Desarrollo de producto y Fabricación

### 8.2. Descripción detallada de las asignaturas

Asignatura 1: Desarrollo mecánico en bienes de consumo	
Tutor de empresa	Escolán Gonzalvo, Ángel
Tutor de EINA	Valladares Hernando, David (IM)
Objetivos e Hitos	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos materiales constitutivos adecuados para la simulación de estructuras de papel.</li> <li>Técnicas de homogeneización de material para simulaciones MEF de alta eficiencia computacional.</li> <li>Predicción de la influencia de los detalles de diseño en el rendimiento estructural del embalaje.</li> <li>Automatización de procesos de cálculo mediante desarrollo de aplicaciones ad hoc.</li> </ul> <p>Hitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de embalaje basado en cartón ondulado mediante simulación estructural por el método de los elementos finitos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlazar la caracterización mecánica realizada en el laboratorio con la calibración de los modelos materiales numéricos.</li> </ul>
<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar y planificar ensayos experimentales y análisis numéricos por el método de elementos finitos para el desarrollo mecánico de componentes de bienes de consumo.</li> <li>• Aplicar técnicas y metodologías numéricas y experimentales para el desarrollo de componentes de bienes de consumo ante diferentes tipos de excitaciones mecánicas.</li> <li>• Identificar el comportamiento crítico en componentes de bienes de consumo y evaluar sus posibles causas.</li> <li>• Utilizar normativa referente al diseño mecánico de bienes de consumo.</li> <li>• Comunicar de forma efectiva los resultados en un informe técnico estructurado</li> </ul>
<b>Actividades formativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral y desarrollo de casos técnicos en grupo.</li> <li>• Prácticas de laboratorio y prácticas informatizadas con CAE mecánico.</li> <li>• Prácticas externas. Realización de trabajos propios del ingeniero mecánico en un entorno laboral.</li> <li>• Estudio y trabajo personal.</li> </ul>
<b>Sistema de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de las prácticas. (20%)</li> <li>• Proyectos prácticos de la empresa (60%)</li> <li>• Cuestiones a lo largo del curso sobre los contenidos explicados (20%)</li> </ul>

<b>Asignatura 2: Digitalización y verificación dimensional de componentes</b>	
<b>Tutor de empresa</b>	<b>Cacho Mairal, Fernando</b>
<b>Tutor de EINA</b>	<b>Albajez García, José Antonio</b>
<b>Objetivos e Hitos</b>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación y explotación de control dimensional en línea.</li> <li>• Detección del daño en proceso productivo de cartón mediante procesado de imagen de la sección del cartón.</li> <li>• Relación de los parámetros productivos con el daño inducido en el cartón.</li> </ul> <p>Hitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de aplicación para extraer mediante ingeniería inversa los principales parámetros geométricos relacionados con el cartón ondulado.</li> </ul>
<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer y valorar técnicas y metodologías experimentales para el desarrollo y la planificación de procesos de medición.</li> <li>• Caracterizar y optimizar procesos y sistemas de medición.</li> <li>• Aplicar con éxito las técnicas y metodologías de medición y reconstrucción en ingeniería inversa.</li> <li>• Asumir retos encaminados al desarrollo de tareas profesionales avanzadas del ingeniero mecánico en el ámbito de la metrología</li> </ul>

	dimensional.
<b>Actividades formativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase magistral y desarrollo de casos técnicos en grupo.</li> <li>• Prácticas de laboratorio y prácticas informatizadas con CAE mecánico.</li> <li>• Prácticas externas. Realización de trabajos propios del ingeniero mecánico en un entorno laboral.</li> <li>• Estudio y trabajo personal.</li> </ul>
<b>Sistema de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de trabajos prácticos, que incluyen realización de documentación y presentación oral en clase (80%)</li> <li>• Examen teórico (20%)</li> </ul>

<b>Asignatura 3: Tecnología del embalaje basado en cartón ondulado</b>	
<b>Tutor de empresa</b>	<b>Breto Pontaque, Rubén</b>
<b>Tutor de EINA</b>	<b>Angurel Lambán, Luis Alberto</b>
<b>Objetivos e Hitos</b>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización estructural del papel, cartón y embalaje.</li> <li>• Diseño de composición de papeles y del embalaje.</li> </ul> <p>Hitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de informes de los estudios y análisis relacionados con optimización estructural del embalaje.</li> </ul>
<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los procedimientos de laboratorio y estándares en la caracterización físico-mecánica del papel, cartón y embalaje. Interpretación de resultados experimentales y tratamientos estadísticos para su inclusión en bases de datos centralizadas.</li> <li>• Calcular y diseñar composiciones y estructuras de cartón ondulado en base a diferentes criterios mecánicos.</li> <li>• Calcular y diseñar embalajes basados en cartón ondulado en base a diferentes criterios mecánicos.</li> <li>• Conocimiento de los procesos manufactureros del papel reciclado y del embalaje.</li> <li>• Analizar la influencia de los parámetros de fabricación en el rendimiento estructural del embalaje.</li> <li>• Asumir retos encaminados al desarrollo de tareas profesionales avanzadas del ingeniero mecánico.</li> </ul>
<b>Actividades formativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prácticas externas.</b> Realización de trabajos propios del ingeniero mecánico en un entorno laboral.</li> <li>• <b>Prácticas informatizadas.</b> Se incluyen las realizadas en cualquier aula donde el trabajo se realiza mediante equipamiento informático y software específico, en la que los alumnos realizan trabajo práctico que ha sido planificado previamente junto con sus tutores. Aporta principalmente al aprendizaje de habilidades.</li> <li>• <b>Prácticas de laboratorio.</b> Se incluyen las realizadas en dependencias propias provistas de equipamiento específico, en la que los alumnos realizan trabajo práctico utilizando dicho</li> </ul>

	<p>equipamiento, que ha sido planificado previamente junto con sus tutores. Aporta principalmente al aprendizaje de habilidades y competencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estudio.</b> Incluye la lectura de documentación técnica y artículos de investigación, repaso de contenidos y práctica de resolución de problemas entre otros. Aporta principalmente al aprendizaje de contenidos.</li> </ul>
<b>Sistema de evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe del estado del arte y fundamentos (20%)</li> <li>• Trabajos prácticos en la empresa (80%)</li> </ul>

<b>Prácticas externas</b>	
<b>Tutor de empresa</b>	<b>Royo Serrano, Silvia</b>
<b>Tutor de EINA</b>	<b>Angurel Lambán, Luis Alberto (CMIM)</b>
<b>Objetivos e Hitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo en las actividades habituales de un técnico de I+D+i de Saica.</li> <li>• Caracterización experimental completa de producto (papel, cartón y embalaje).</li> <li>• Tecnología de uniones adhesivas para embalaje basadas en adhesivos termofusibles.</li> <li>• Aplicación de procedimientos en ingeniería forense para análisis de incidencias relacionadas con embalaje.</li> </ul>
<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento del circuito completo de caracterización del papel, cartón y embalaje.</li> <li>• Materiales y parámetros operacionales para la generación de uniones adhesivas con 'hotmelt'.</li> <li>• Compresión de las principales causas que originan incidencias estructurales o no conformidades por parte del cliente.</li> </ul>
<b>Actividades formativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prácticas externas. Realización de trabajos propios del ingeniero mecánico en un entorno laboral.</li> </ul>
<b>Sistema de evaluación</b>	<p>Las <b>prácticas externas</b> se valoran por parte del tutor académico teniendo en cuenta: la valoración del tutor en la entidad colaboradora, el grado de consecución de los objetivos del proyecto formativo de las prácticas y el contenido y calidad de la memoria y su exposición. Todo ello de acuerdo con las <u>Directrices y procedimientos sobre prácticas académicas externas de la Universidad de Zaragoza</u> recogidas en <a href="https://empleo.unizar.es/normativa">https://empleo.unizar.es/normativa</a>.</p>

<b>Trabajo Fin de Máster</b>	
<b>Temática</b>	Desarrollo de modelos de simulación de papel, cartón y embalaje adecuados para situaciones dinámicas.
<b>Director</b>	Breto Pontaque, Rubén
<b>Ponente (si es necesario)</b>	Bea Cascarosa, José Antonio
<b>Resultados de Aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recabar, analizar e interpretar información sobre el estado del arte en metodologías de simulación por elementos finitos aplicadas al</li> </ul>

	<p>embalaje de cartón ondulado y bajo cargas dinámicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo de modelos materiales para papel adecuados para simulaciones dinámicas.</li> <li>Integración de los nuevos desarrollos en las herramientas existentes de generación de modelos MEF dentro de SAICA.</li> <li>Asumir retos encaminados al desarrollo de tareas profesionales avanzadas del ingeniero mecánico.</li> </ul>
<b>Sistema de evaluación</b>	<p>La evaluación del Trabajo Fin de Máster, ya sea por la vía ordinaria o en mención Dual, se realiza valorando una memoria del mismo y su defensa en acto público ante un tribunal universitario compuesto por 3 docentes de ámbitos de conocimiento vinculados al título. Las características concretas de los TFM se desarrollan en un reglamento específico de la Universidad de Zaragoza.</p>

### 8.3. Programación de actividades

<b>Duración</b>	12 meses
<b>Fecha de inicio</b>	Comienzo del semestre 1: 4 de septiembre de 2024

<b>CENTRO:</b>	EINA
<b>CÓDIGO MÁSTER:</b>	MUM
<b>TÍTULO VINCULADO AL PROYECTO:</b>	Máster Universitario en Ingeniería Mecánica
<b>Tipo proyecto modelo de alternancia</b>	Coexiste formación en centro educativo con jornada trabajo en misma semana
<b>Horas convenio en empresa</b>	1744
<b>Nº semanas máximas de docencia en cursos</b>	33
<b>Tipo de relación laboral</b>	Contrato formación en alternancia
<b>Inicio contrato</b>	4/9/2023
<b>Final contrato</b>	3/9/2024
<b>Días contrato</b>	366
<b>Días vacaciones</b>	22
<b>Horas contrato (centro+empres)</b>	1744
<b>¿Quiere incrementar semanas mínimas a dualizar?</b>	SI
<b>Propuesta modificación semanas mínimas a dualizar</b>	26

  

NOMBRES DE LOS MÓDULOS INCLUIDOS EN PROYECTO*	ECT S	TÍTULO Y CURRÍCULO		TIPO MÓDULO	PROYECTO				ESTIMACIÓN SEMANAS MÍNIMAS DUALIZADAS (con distribución horaria semanal planteada)	HORAS FORMACIÓN EN EL CENTRO**	HORAS EN LA EMPRESA
		Horas formación profesorado en aula	Horas formación profesorado + formación alumno en Centro		Nº horas/semana impartidas en CENTRO (1er periodo)	Nº horas/semana en periodo no lectivo	Nº horas/semana impartidas en CENTRO (2º periodo)	Nº horas/semana en periodo no lectivo			
<b>Módulo Obligatorias</b>											
Métodos de diseño y análisis de fallo de componentes estructurales	9	90	120	No dualizado	8	4				120	
Métodos numéricos y experimentales en ingeniería térmica y de fluidos	9	90	120	No dualizado	8	4				120	
Diseño y optimización de sistemas mecánicos y de fabricación	6	60	78	No dualizado	5	4				78	
<b>Módulo Optativas</b>											
Desarrollo de producto											
Desarrollo de producto en mención dual	12	120	130	Dualizado			9	0,5		130	
Fabricación	6	60	78	No dualizado			5	1		78	
Fabricación en mención dual											
Climatización											
Climatización en mención dual										0	
Optativa en dualidad											
Prácticas externas	6	60	0	Dualizado						0	
<b>Trabajo Fin de Máster</b>	12	120	86	Dualizado			1	9		86	
		600	612		21	12	15	10,5	<b>Semanas dualizadas = 26</b>	612	1132
									35,1%		1744

\* Insertar tantas filas como módulos estén vinculados al programa dual (NO incluir módulos del curso anterior)

\*\* En los casos en que las horas de formación en el centro sean inferiores a las definidas en el currículo aragonés deberá asegurarse que las horas impartidas en el centro sean como mínimo las establecidas en el título respectivo. Para cada uno de los módulos profesionales debe asegurarse que las horas mínimas establecidas en el título estatal se imparten en el centro de formación. Obligatorio columna G >= B

*Nota: Ver hoja de cálculo para la programación semanal del horario en la empresa y la universidad y su adecuación a distintos periodos del curso académico.*

### 9. SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Los sistemas de evaluación en las **asignaturas optativas** son los mismos que en la vía ordinaria y los aplica

el docente universitario responsable de la asignatura. Los trabajos de asignatura se desarrollan sobre casos técnicos de la empresa, y se valoran de acuerdo a una misma rúbrica para todos los estudiantes. Están disponibles en las guías de las asignaturas.

Las **prácticas externas** se valoran por parte del tutor académico teniendo en cuenta: la valoración del tutor en la entidad colaboradora, el grado de consecución de los objetivos del proyecto formativo de las prácticas y el contenido y calidad de la memoria y su exposición. Todo ello de acuerdo con las Directrices y procedimientos sobre prácticas académicas externas de la Universidad de Zaragoza recogidas en <https://empleo.unizar.es/normativa>.

La evaluación del **Trabajo Fin de Máster** se realiza valorando una memoria, y su correspondiente documentación técnica, y su defensa en acto público ante un tribunal universitario compuesto por 3 docentes de ámbitos de conocimiento vinculados al título. Las características concretas de los TFM se desarrollan en un reglamento específico de la Universidad de Zaragoza.

## 10. RECURSOS MATERIALES, INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS DISPONIBLES

Recursos y actividades en la empresa para las asignaturas dualizadas	
<b>Asignatura</b>	Tecnología del embalaje basado en cartón ondulado
Recursos disponibles	Ordenador personal para realización de los análisis que forman parte de los estudios en los que el alumno estará involucrado. Formación y soporte en los procedimientos experimentales de laboratorio.
<b>Asignatura</b>	Desarrollo mecánico de bienes de consumo
Recursos disponibles	Ordenador personal para realización de análisis FEM con licencia de Abaqus. Soporte para formación en la disciplina y funcionamiento de los programas.
<b>Asignatura</b>	Digitalización y verificación dimensional de componentes
Recursos disponibles	Ordenador personal para la programación y desarrollo de las aplicaciones. Soporte para formación en la disciplina. Recursos de laboratorio para toma de imágenes y acceso a sistema de medición en línea de proceso productivo a escala de laboratorio.

## 11. COMISIÓN MIXTA

Miembro	Función	Entidad	Cargo/Dpto en entidad
Royo Vázquez, Emilio	Presidente	Universidad de Zaragoza	Coordinador Máster
Compaired Turlán, Diego	Vocal	Saica Group	R&D&i Deputy Group Director
Ovelleiro Cebolla, Óscar	Vocal	Saica Group	Campus Saica Manager
Angurel Lambán, Luis Alberto	Secretario	Universidad de Zaragoza	Catedrático Universidad - CMIM

### 11.1. Criterios de admisión

#### Requisitos para la preselección de candidatos

- Estudiantes ya titulados (buen expediente académico).
- Inglés, B2
- Carnet de conducir B y vehículo propio para desplazarse al centro de I+D+i de Saica

Además, sería deseable que el candidato tuviera:

- Conocimientos de mecánica del medio continuo
- Interés en simulación estructural por el método de los elementos finitos

- Interés en programación y desarrollo de aplicaciones orientadas a la investigación
- Predisposición a combinar actividades de simulación estructural con actividades experimentales relacionadas con la caracterización estructural en laboratorio

**Criterios de valoración**

<b>1.- EXPEDIENTE ACADÉMICO</b>	<b>40 puntos</b>
<b>2.- ENTREVISTA</b>	<b>60 puntos</b>