

- 1) Capacidad para integrar diferentes aspectos propios del conocimiento de la Mecánica de Fluidos y los procesos de transferencia de calor, y técnicas de computación, para aplicarlos en la resolución de problemas de interés industrial.
- 2) Conocimientos de los principios de la mecánica de fluidos computacional y su aplicación a la resolución de problemas complejos de transformación de plásticos.
- 3) Conocimiento aplicado de los procesos de inyección de plásticos y su simulación numérica.
- 4) Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto multidisciplinar.

#### d. Distribución de módulos y asignaturas

Módulo	Asignatura (incluir contenidos detallados y Trabajo de Fin de Máster/Diploma/Curso si procede)	Créditos	Temporalización
Módulo 1 – Fundamentos físicos, matemáticos y tecnológicos	1a) Fundamentos de Mecánica de Fluidos  Resumen de contenidos: Propiedades de los fluidos. Ecuaciones conservación en el movimiento de los fluidos. Ecuaciones integrales. Ecuaciones diferenciales.  Temario: Tema 1- Introducción: Sólidos, líquidos y gases. Propiedades de los fluidos. Densidad, viscosidad y tensión superficial. Tema 2 - Ecuación de Continuidad: ecuación integral y ecuación diferencial. Tema 3 - Ecuación de Conservación de la Cantidad de Movimiento: forma integral y forma diferencial. Tema 4 - Ecuación de Conservación de la Energía: forma integral y forma diferencial.	1	28/11/2016-04/12/2016
Módulo 1 – Fundamentos físicos, matemáticos y tecnológicos	1b) Fundamentos de Reología.  Resumen de contenidos: Fluidos no-Newtonianos. Ecuaciones constitutivas y de conservación. Reometría. Modelos reológicos. Propiedades del plástico.  Temario: Tema 1 - Introducción: ¿Qué es la Reología y para qué sirve? Ejemplos de fluidos no-Newtonianos. Terminología, notación y definiciones. Ecuaciones de conservación y ecuaciones constitutivas. Tema 2 - Reometría. Tipos de flujo estándares utilizados en reometría. Tipos de reómetros disponibles en el mercado y sus fundamentos. Tipos de ensayos típicamente utilizados en reometría. Principales parámetros reométricos. Tema 3 - Modelos reológicos: Fluidos Newtonianos generalizados; fluidos viscoelásticos generalizados; modelos constitutivos avanzados.	3 (2.5T + 0.5P)	12/12/2016-25/12/2016
Módulo 1 – Fundamentos físicos,	1c) Materias primas plásticas y sus propiedades.	1 (0.8 T +	5/12/2016-11/12/2016

matemáticos tecnológicos	y	<p>Resumen de contenidos: Naturaleza química de los polímeros y los plásticos. Principales tipologías y clasificaciones. Aditivos. Comportamiento de los plásticos.</p> <p>Temario:  Tema 1- Monómeros, polímeros y plásticos. Componentes de materiales plásticos, procesos de formación y variantes: lineal y ramificada  Tema 2- Termoplásticos, elastómeros y termoestables. Estudio de las propiedades finales del material en función de la cantidad de enlaces intermoleculares que se forman  Tema 3- Amorfos y cristalinos. En función de lo propenso que sea un material a formar cristales con sus propias moléculas empaquetadas, serán amorfos o cristalinos, con las diferentes características que presenta cada tipo.  Tema 4- Aditivos. Cargas, colorantes, estabilizantes, plastificantes, ignífugos, protectores UV,...  Tema 5- Familias. Descripción de las principales familias de plásticos, con sus características, usos, virtudes y problemas.  Tema 6- Comportamiento mecánico de los plásticos. Comportamiento básico de los materiales desde el punto de vista mecánico y reológico. Leyes de comportamiento mecánicas. Ensayos de caracterización mecánica.</p>	0.2 P)	
Módulo 1 Fundamentos matemáticos tecnológicos	- físicos, y	<p>1d) Modelado y Métodos numéricos aplicados a la mecánica de fluidos y medios continuos.</p> <p>Resumen de contenidos: Modelado de problemas fluidotérmicos y de medios continuos elásticos. Discretización de las ecuaciones de conservación mediante Diferencias Finitas (FD), Volúmenes Finitos (FV) y Elementos Finitos (FEM).</p> <p>Temario:  Tema 1- Introducción: Ejemplos de aplicación de Mecánica de Fluidos Computacional. ¿Qué es la Mecánica de Fluidos Computacional?. Modelado de los problemas termofluidodinámicos. Metodología de la simulación numérica de flujos.  Tema 2- Fundamentos de las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos. Ecuaciones monofásicas de flujos incompresibles y compresibles. Leyes de conservación en forma diferencial e integral. Condiciones iniciales y de contorno. Clasificación de las ecuaciones en derivadas parciales y formas canónicas.  Tema 3- Discretización de las ecuaciones de conservación mediante Diferencias Finitas. Molécula computacional. Fórmulas de diferencias finitas. Error de la fórmula de diferencias finitas. Aplicación en nodos frontera. Ecuaciones en diferencias. Esquemas explícitos e implícitos. Estabilidad de esquemas numéricos. Resolución de sistemas de ecuaciones: matrices estructuradas, matrices sin estructura</p>	4 (3 T + 1 P)	09/01/2017-29/01/2017

		<p>(métodos iterativos). Aplicación de diferencias finitas a la resolución numérica de ecuaciones modelo de distinto tipo.</p> <p>Tema 4- Discretización de las ecuaciones de conservación mediante Volúmenes Finitos: Discretización conservativa. Bases del método de Volúmenes Finitos: condiciones en la selección de los volúmenes finitos, definición de la discretización de Volúmenes Finitos, Formulación general, Implementación práctica del método (2 dimensiones, gradientes).</p> <p>Tema 5- Discretización de las ecuaciones de conservación mediante Elementos Finitos: Interpolación de funciones: elementos lineales uni-dimensionales y bi-dimensionales. Formulación integral. Formulación débil (Weak Formulation). Método Galerkin. Formulación variacional y resolución de problemas clásicos de la Mecánica de Fluidos y de Medios Continuos.</p> <p>Tema 6- Discretización del dominio computacional. Conceptos generales. Tipos de mallas computacionales. Técnicas de Mallado. Técnicas de Refinamiento. Mallas móviles y adaptativas.</p>		
Módulo 1 Fundamentos matemáticos tecnológicos	- físicos, y	<p>1e) Procesos de transformación de plástico.</p> <p>Resumen de contenidos: Métodos de transformación habituales en la industria plástica. Consideraciones de diseño. Proceso de inyección. Defectología.</p> <p>Temario: Tema 1- Métodos de transformación. Inyección, extrusión, soplado, hilado, termoconformado, rotomoldeo, laminado, infundido. Tema 2- Consideraciones de diseño. Consideraciones generales a tener en cuenta a la hora de diseñar una pieza de plástico (inyectada), teniendo en cuenta problemas de coste, aspecto, funcionalidad. Tema 3- Proceso de inyección. Desarrollo del proceso de transformación más empleado para la producción de piezas: grupo de cierre, grupo de inyección y molde. Ciclo de inyección. Tema 4- Defectología. Estudio de los distintos modos de fallo de las piezas inyectadas, sus posibles causas y sus posibles soluciones. Interrelación de los parámetros de inyección.</p>	3 (1 T + 2 P)	30/01/2017-12/02/2017
Módulo 2 – Simulación Numérica y Software		<p>2a) Simulación Numérica de Mecánica de Fluidos Newtonianos.</p> <p>Resumen de contenidos: Bloque I – Simulación CFD de flujos simples, iniciación al CFD. Bloque II – Simulación de procesos de transmisión de calor. Software: ANSYS Fluent© y OpenFOAM©</p> <p>Temario: Bloque I – Simulación CFD de flujos simples, iniciación a CFD Tema 1– Fundamentos teóricos: Ecuaciones de</p>	4 (1 T + 3 P)	13/02/2017-12/03/2017

	<p>conservación (Flujo laminar estacionario, laminar transitorio, turbulento), Aplicaciones en la Ingeniería. Estudio y resolución de ejemplos sencillos.</p> <p>Tema 2– Modelización casos sencillos: Submodelos para la modelización de la turbulencia. Implementación de simulaciones en régimen laminar y turbulento.</p> <p>Bloque II – Simulación de procesos de transmisión de calor</p> <p>Tema 3– Fundamentos teóricos: Procesos de transmisión de calor: conducción, convección, radiación. Ecuaciones básicas, Aplicaciones/Estudio de casos fundamentales y ejemplos de aplicaciones en la Ingeniería.</p> <p>Tema 4– Modelización de procesos de transmisión de calor. Modelización de conducción de calor, Modelización de procesos de convección natural, Modelización de fenómenos de transmisión de calor por radiación. Submodelos principales de transmisión de calor. Implementación de condiciones de contorno térmicas, básicas e intermedias.</p> <p>Tema 5– Resolución CFD de procesos térmicos: Planteamiento y resolución de casos de interés mediante los códigos ANSYS Fluent© y OpenFOAM©. Simulación en paralelo. Control de la simulación.</p>		
<p>Módulo 2 – Simulación Numérica y Software</p>	<p>2b) Simulación Numérica de Mecánica de Fluidos no Newtonianos.</p> <p>Resumen de contenidos: Simulación de procesos de inyección de plásticos. Modelado de los elementos que forman parte del proceso de fabricación. Tipos de estudio. Análisis de resultados obtenidos y su relación con los parámetros tecnológicos del proceso real. Software: Autodesk Moldflow©</p> <p>Temario:</p> <p>Tema 1- Descripción general del entorno de trabajo de Autodesk Moldflow, tipos de procesos de fabricación.</p> <p>Tema 2- Pre-procesado del modelo de cálculo. Tipos de elementos 1-D, 2-D y 3-D. Aplicación de las condiciones de contorno y condiciones iniciales. Traslación de los datos reales de proceso a la simulación.</p> <p>Tema 3- Estudio de optimización en la localización del/los punto/s de entrada de material. Aplicación de restricciones geométricas, presión y fuerza de cierre.</p> <p>Tema 4- Estudio de llenado y compactación. Sistemas de alimentación de molde, modelado y propiedades. Simulación de inyección secuencial. Simulación de sobremoldeo de varios polímeros. Simulación de sobremoldeo de insertos de pieza. Estudio de equilibrado de huellas de molde de diferente tamaño. Análisis de resultados y relación con la defectología en piezas de inyección.</p> <p>Tema 5- Estudio de deformaciones post-moldeo. Análisis de causas: contracciones volumétricas, refrigeración y orientación de fibras.</p> <p>Tema 6- Estudio de refrigeraciones. Problema térmico,</p>	<p>4 (1 T + 3 P)</p>	<p>13/03/2017-09/04/2017</p>

	<p>planteamiento y método de resolución. Modelado de circuitos. Modelado del molde. Análisis de resultados y relación con la defectología en piezas de inyección.</p> <p>Tema 7- Estudio de refrigeración por M.E.F. Estudio en régimen estacionario, régimen estacionario en ciclos y puesta a régimen de moldes.</p>		
Módulo 2 – Simulación Numérica y Software	<p>2c) Simulación Numérica en Ingeniería Mecánica.</p> <p>Resumen de contenidos: Discretización de las ecuaciones de mecánica del sólido deformable, análisis elástico y plástico. Análisis dinámico. Optimización. Materiales compuestos. Software: Abaqus©</p> <p>Temario:  Tema 1- Introducción al MEF: Conceptos generales del método, formulación fuerte y formulación débil, funciones de forma, formulación isoparamétrica. Ejemplos.  Tema 2- Introducción al análisis no-lineal: tipos de no-linealidades, planteamiento general del problema no-lineal: métodos numéricos de solución, no-linealidades geométricas, no-linealidades de material. ejemplos  Tema 3- Análisis y modelado no-lineal multiescala para el estudio de composites y plásticos reforzados: Comportamiento: Modelado del comportamiento de materiales heterogéneos, concepto de unidad de volumen representativa, modelización multiescala aplicada a la predicción de propiedades mecánicas a partir de técnicas de homogeneización, criterios de fallo, ejemplos  Tema 4- Análisis no lineal de elastómeros: Comportamiento del material elastómero, determinación de los parámetros de material a partir de resultados experimentales, criterios de fallo, ejemplos.</p>	4 (1 T + 3 P)	17/04/2017-14/05/2017
Módulo 2 – Simulación Numérica y Software	<p>2d) Interacción entre Simulaciones.</p> <p>Resumen de contenidos: Bloque I - Optimización topológica; y Bloque II - Interacción Fluido-Estructura. Software: ANSYS Fluent© y OpenFOAM©</p> <p>Temario:  Bloque 1 – Optimización topológica con ANSYS Fluent©  Tema 1– Fundamentos teóricos: Problemas de Optimización clásicos, Formulación Adjunta, Ingeniería Inversa, Ecuaciones básicas (Flujo laminar estacionario, laminar transitorio, turbulento), Aplicaciones en la Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería del Automóvil, en el Diseño de piezas.  Tema 2– Sensibilidad y algoritmos de optimización: Concepto de Sensibilidad. Aplicación del método adjunto para calcular la Sensibilidad. Otros usos y enfoques: estabilización de flujos, perturbaciones. Optimización Topológica ligada al cálculo de</p>	2 (1 T + 1 P)	15/05/2017-28/05/2017

