

Guía docente: Mecánica de la Fractura

1. Identificación de la asignatura

NOMBRE	Mecánica de la Fractura		CÓDIGO	MF
TITULACIÓN	Master en integridad y durabilidad de materiales, componentes y estructuras	CENTRO	Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón	
TIPO	Obligatoria	Nº TOTAL DE CRÉDITOS	4	
PERIODO	Semestre 1	IDIOMA	Español	
COORDINADOR		TELÉFONO /EMAIL		UBICACIÓN
Covadonga Betegón Biempica		98518229 / cova@uniovi.es		Desp. 7.1.07, Edificio Dptal. Oeste, Campus de Gijón
PROFESORADO		TELÉFONO /EMAIL		UBICACIÓN
Cristina Rodríguez González		985181951 / cristina@uniovi.es		Desp. 7.1.17, Edificio Oeste, campus de Gijón
Iván Cuesta		iicuesta@ubu.es		Burgos
Sergio Cicero		ciceros@unican.es		Santander

2. Contextualización

La asignatura del Máster Interuniversitario en Integridad y Durabilidad de Materiales, Componentes y Estructuras de las Universidades de Oviedo, Burgos y Cantabria, denominada "Mecánica de la Fractura" es una asignatura obligatoria de gran relevancia, dada la creciente repercusión que conlleva asegurar el diseño y posterior cálculo de cualquier elemento o componente mecánico.

Los contenidos de la asignatura aportan una clara base científica junto con una componente práctica aplicada importante, ya que en ella se estudian y analizan, con un cierto grado de detalle, las mecánicas de la fractura elástica lineal, elastoplástica y dinámica, así como los mecanismos de fallo mecánico habituales en los componentes industriales. Además, los contenidos de la asignatura profundizan también en la componente investigadora que no debería obviarse en el Máster, al incidir también en el desarrollo de elementos mecánicos que con una geometría y calidad mejoradas presenten un mejor comportamiento en servicio.

Las principales competencias, tanto generales como específicas, que deberían adquirir los estudiantes que cursen esta asignatura son las siguientes:

- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad para profundizar en el análisis de un problema científico-tecnológico concreto, analizarlo, identificar el problema y aportar una propuesta de solución.
- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico.
- Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Mecánica de la Fractura, tanto en forma escrita como oral, y a todo tipo de públicos
- Capacidad para elaborar y defender en público un trabajo de investigación sobre un problema concreto de Mecánica de la Fractura.
- Capacidad para evaluar la integridad estructural de componentes sometidos a la acción de cargas mecánicas (CE3).
- Capacidad para comprender el comportamiento de diferentes componentes mecánicos agrietados o con concentradores de tensiones, atendiendo a factores tales como el tipo de sollicitación aplicado, su geometría, el tipo de material con el que se fabrican, o el tipo de ambiente en el que deban realizar su servicio.
- Capacidad para mejorar el comportamiento a fractura de un elemento con objeto de obtener productos novedosos o con mejores prestaciones.
- Capacidad para manejar la normativa y los equipamientos existentes para la ejecución de los ensayos mecánicos más utilizados en la caracterización a fractura de elementos mecánicos.
- Capacidad para utilizar metodologías, técnicas, destrezas y herramientas de la ingeniería más avanzadas (cálculo numérico, métodos estadísticos, etc.) al objeto de mejorar los diseños convencionales y obtener soluciones óptimas.
- Capacidad para manejar diferentes recursos y tecnologías que le permitan obtener información científica actualizada sobre el tema de investigación a desarrollar.
- Conocimiento y utilización de los principios de Mecánica de la Fractura.

CE3 es una competencia específica recogida en la memoria verificada del master

Los profesores que imparten esta asignatura tienen una dilatada experiencia investigadora en este campo concreto, en el que acreditan numerosas publicaciones científicas, habiendo participado en importantes proyectos de investigación tanto básica como aplicada. Además, para la realización de las clases prácticas de laboratorio se cuenta con un personal altamente especializado, que posee una amplia experiencia en la realización de ensayos estáticos, dinámicos de fractura, y con un excelente equipamiento de máquinas de ensayos estáticas y

dinámicas de diversos tipo y características, además de extensómetros, cámaras ambientales, etc.

3. Requisitos.

Para acceder a las enseñanzas oficiales del Máster Interuniversitario en Integridad y Durabilidad de Materiales, Componentes y Estructuras de las Universidades de Oviedo, Burgos y Cantabria será necesario estar en posesión de un título Universitario Oficial español de Ingeniería Superior, Ingeniería Técnica o Licenciatura, o bien o un título expedido por una institución de educación superior del EEES de Ingeniero o título equivalente. No obstante, esta es una asignatura específica que requerirá que el alumno posea conocimientos básicos de Elasticidad y Resistencia de materiales.

4. Objetivos

Los objetivos de la asignatura “Mecánica de la Fractura” se concretan del modo que sigue:

Conocimientos

- Conocer el comportamiento de diferentes componentes mecánicos agrietados y con concentradores de tensiones atendiendo a factores tales como el tipo de sollicitación aplicada, su geometría, el tipo de material con el que se fabrican o el ambiente en el que deban realizar su servicio.
- Conocer la manera de alterar factores tales como la geometría del elemento o el tipo de material con el que está fabricado para mejorar su comportamiento al fallo.
- Conocer la forma de analizar la seguridad de los componentes agrietados y con concentradores de tensiones sometidos a cargas mecánicas y térmicas.
- Conocer los ensayos normalizados existentes para caracterizar el comportamiento de los materiales en presencia de grietas.
- Conocer las leyes de comportamiento de los materiales bajo diferentes situaciones y modos de carga.
- Conocer la metodología para llevar a cabo ensayos de fractura.
- Conocer y aplicar los diferentes criterios de cálculo de la tenacidad a fractura, tanto estática como dinámica.

Habilidades

- Desarrollar elementos estructurales con un mejor comportamiento al fallo a través de la modificación de su geometría y de la elección del material más adecuado.
- Capacidad para cuantificar la seguridad de componentes agrietados y con concentradores de tensiones bajo cargas reales de servicio.

- Manejar los equipamientos científicos necesarios para llevar a cabo la caracterización a fractura de elementos mecánicos agrietados y con concentradores de tensiones en las condiciones analizadas en la asignatura.
- Organizar un trabajo concreto y llevarlo a cabo en individualmente y/o en grupo.
- Escribir de manera resumida un trabajo científico.

Actitudes

- Fomentar en el estudiante un carácter observador y analista.
- Crear en el estudiante una inquietud investigadora.
- Dotar al estudiante de un sentido organizativo y participativo de cara a realizar trabajos tanto individuales como en grupo.
- Formación de un espíritu abierto, crítico y emprendedor.

5. Contenidos.

Los contenidos de la asignatura “Mecánica de la Fractura” se han organizado con arreglo a los siguientes temas, que se desarrollarán en este mismo orden:

1. **Introducción a la mecánica de la fractura:** Concepto de Integridad estructural. Concepto de cálculo convencional frente a concepto de cálculo a fractura. Concepto de tenacidad a la fractura y Modos de carga. Perspectiva histórica e impacto social. Tipos de fractura.
2. **Tenacidad y micromecanismos de fallo.** Tenacidad al impacto. Curva de transición dúctil-frágil. Factores influyentes en la tenacidad de los materiales. Micromecanismos de fractura dúctil y frágil. Tensión teórica de clivaje. Teoría de Griffith.
3. **Mecánica de la fractura elástica lineal (MFEL).** Criterio energético de fractura. Análisis tensional. Factor de Intensidad de tensiones: Cálculo experimental y numérico. Relación entre G y K. Modo mixto. Criterio tensional de fractura. Plasticidad en el frente de grieta y condiciones de validez de MFEL. Ensayos para determinación de la Tenacidad a la a fractura en distintos materiales. MFEL biparamétrica. Estados tensionales biaxiales. La tensión T y parámetro de biaxialidad. Curvas R: Criterio de fractura.
4. **Mecánica de la fractura elastoplástica (MFEP).** Conceptos generales. El parámetro CTOD: determinación experimental y curvas de diseño basadas en el CTOD. La integral J: J como parámetro energético, J como integral de contorno y J como parámetro tensional. Campos HRR. Determinación experimental de J. Relación entre J y el CTOD. Resistencia al avance de las grietas: Curvas J-R. Ensayos normalizados. Aplicación de la integral J al cálculo estructural: Procedimiento EPRI. Limitaciones de la mecánica de la fractura elastoplástica. MFEP biparamétrica: El parámetro Q
5. **Mecánica de la fractura dinámica.** Cargas dinámicas. Propagación rápida y/o parada de grieta. Parámetros elastodinámicos y tenacidad dinámica: K_{Id} . La integral J dinámica: J_{Id} .

6. Metodología y plan de trabajo.

Con objeto de racionalizar la organización docente de la asignatura, se ha realizado la distribución de sus contenidos con arreglo a la siguiente tipología de modalidades docentes:

1. Presenciales
 - a. Clases expositivas.
 - b. Prácticas de aula/seminarios.
 - c. Prácticas de laboratorio/campo/ aula de informática.
 - d. Tutorías grupales.
 - e. Sesiones de evaluación.

2. No presenciales
 - a. Trabajo autónomo.
 - b. Trabajo en grupo.

Las clases expositivas se complementan con la realización de ejercicios prácticos y con unas clases prácticas de laboratorio en las que se utilizan las máquinas y equipos disponibles para la ejecución de los ensayos correspondientes y se revisa la metodología experimental para llevarlos a cabo, de acuerdo con la normativa internacional existente. También se realizan prácticas en las que es necesaria la utilización de ordenadores personales. Otro aspecto importante, al que se presta una atención especial, es el análisis de casos prácticos.

La Tabla 1 muestra los temas en los que se ha dividido la asignatura "Mecánica de la Fractura", distribuidos temporalmente de acuerdo a las modalidades docentes citadas. Esta organización docente recoge también el orden de impartición de los diferentes temas que componen la asignatura. La Tabla 2 da cuenta de la distribución horaria de la asignatura entre las diferentes modalidades docentes mencionadas.

Por último, de forma excepcional, si las condiciones sanitarias lo requieren, se podrán realizar actividades de docencia no presencial, en cuyo caso, se informará a los estudiantes de los cambios efectuados.

Tabla 1. Distribución de los contenidos de la asignatura

<i>Temas</i>	<i>Horas totales</i>	<i>Clase Expositivas</i>	<i>Prácticas de aula /Seminarios</i>	<i>Prácticas de laboratorio /campo</i>	<i>Tutorías grupales</i>	<i>Sesiones de Evaluación</i>	Total	<i>Trabajo grupo</i>	<i>Trabajo autónomo</i>	Total
1. Introducción a la mecánica de la fractura	7.0	1.5	-	1.5			3.0		4.0	4.0
2. Tenacidad y micromecanismos de fallo	9.0	1.5	1.0	1.5			4.0		5.0	5.0
3. Mecánica de la fractura elástica lineal	27.5	5.5	2.5	1.5			9.5	4	14.0	18.0
4. Mecánica de la fractura elastoplástica	23.5	4.0	1.5	3.0			8.5	4	11.0	15.0
5. Mecánica de la fractura dinámica	4.0	1.5	0.5				2.0		2.0	2.0
Tutoría grupal final	3				1		1		2.0	2.0
Examen final	26.0					2.0	2.0		24.0	24.0
Total	100	14	5.5	7.5	1	2	30	8	62	70

Tabla 2. Reparto horario entre las diferentes modalidades docentes

MODALIDADES		Horas	%	Totales
Presencial	Clases Expositivas	14	47	30 (30%)
	Práctica de aula / Seminarios / Talleres	5.5	18	
	Prácticas de laboratorio / campo / aula de informática / aula de idiomas	7.5	25	
	Tutorías grupales	1	3	
	Sesiones de evaluación	2	7	
No presencial	Trabajo en Grupo	8	11	70 (70%)
	Trabajo Individual	62	89	
Total		100		

7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes será continua, a lo largo de todo el curso, si bien se realizará también un examen escrito al final del semestre. El desarrollo del proceso evaluador se detalla a continuación:

Para aprobar la asignatura será necesario tener una calificación global igual o superior a 5 puntos sobre 10.

Al final del curso, se realizarán una sesión de evaluación a modo de prueba escrita, que corresponderá al examen final teórico-aplicado de toda la materia vista en la asignatura y supondrá el 40% de la nota final. Para poder aprobar la asignatura será necesario haber obtenido una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en esta sección.

Del 60% restante, el 30% corresponderá a la evaluación de los guiones de las prácticas de laboratorio debidamente cumplimentados, que será obligatorio entregar, para poder aprobar la asignatura. Para poder evaluar un guion es imprescindible haber asistido a la práctica. El otro 30% corresponderá a la evaluación de los ejercicios y trabajos que se irán pidiendo a lo largo del curso, correspondientes a las prácticas de aula y seminarios.

Por último, de forma excepcional, si las condiciones sanitarias lo requieren, se podrá hacer uso de métodos de evaluación no presencial, en cuyo caso, se informará a los estudiantes de los cambios efectuados.

8. Evaluación del proceso docente

La evaluación del proceso docente se realizará a partir de un autoinforme conjunto que cubrirán cada año los profesores responsables de la asignatura y del conjunto de respuestas de los alumnos a una encuesta que será confeccionada con esta finalidad evaluadora.

La Comisión Directiva del Máster, con el apoyo y asesoramiento del Vicerrectorado de Ordenación Académica y Nuevas Titulaciones de la universidad de Oviedo, se encargarán de preparar los formatos del autoinforme y de las encuestas y de su distribución al final del periodo docente de la asignatura. También esta misma Comisión, a la vista del autoinforme y encuestas, propondrá las recomendaciones y acciones correctoras pertinentes.

9. Recursos, bibliografía y documentación complementaria

Como material fundamental del curso se utiliza documentación elaborada por los profesores de la asignatura que recoge los contenidos esenciales de la misma. También se utiliza un conjunto de ejercicios o problemas, tanto propuestos como resueltos, parte de los cuales se desarrollarán en las clases prácticas de aula y otra parte deberá ser resuelta a lo largo del curso por los estudiantes y formará parte de su trabajo individual. También se han confeccionado unos guiones de las prácticas de laboratorio, que deberán traer los alumnos para la realización de las mismas, y que habrán trabajado individualmente de forma que puedan seguir con aprovechamiento el desarrollo de las prácticas.

Además, los estudiantes podrán utilizar libros especializados de consulta ubicados en las bibliotecas generales de las diferentes universidades en las que se realiza el Máster. A continuación, se exponen algunos de ellos:

- Anderson T.L., Fracture mechanics. Fundamentals and applications, CRC press Inc., EEUU (1991).
- Broek D., The practical use of fracture mechanics, Kluwer Academia Pub., Holanda (1989).
- Dowling N.E., Mechanical behaviour of materials, Pearson Education, EEUU (2007)
- Arana J.L. y González J.J, Mecánica de la fractura, Universidad del País Vasco (2002).
- Ewalds H.L. y Wanhill R.J.H., Fracture mechanics, Edward Arnold Pub., Holanda (1985).
- Hertzberg R.W., Deformation and fracture mechanics of engineering materials, John Wiley & Sons, EEUU (1989)