

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	3,6	Optativa	Presencial	Español
MÓDULO		Calidad y Daño		
MATERIA		Fiabilidad y Daño Continuo		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Estructuras		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		ETS DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS		
PROFESORES⁽¹⁾				
Manuel Chiachío Ruano (coordinador)				
DIRECCIÓN		Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, ETSICCP. Despacho nº 9. Correo electrónico: docenciachiachio@ugr.es		
TUTORÍAS		Véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/a005f5b2d0942e42494c14fd8babe117		
Juan Chiachío Ruano				
DIRECCIÓN		Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, ETSICCP. Despacho nº 9. Correo electrónico: jchiachio@ugr.es		
TUTORÍAS		Véase en https://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/951bde9f100b1d2ede1dbfe90ce6751a		
Peter Tanner				
DIRECCIÓN		Instituto Ciencias de la Construcción «Eduardo Torroja» Correo electrónico: tannerp@ietcc.csic.es		

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>)



TUTORÍAS	A convenir mediante correo electrónico
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<p>COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1 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. ➤ CB2 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. ➤ CB3 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. ➤ CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <p>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos ➤ CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico ➤ CE10 Conocer modelos de daño estructural ➤ CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural ➤ CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos <p>COMPETENCIAS TRANSVERSALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacidad de análisis y síntesis ➤ Capacidad de organización y planificación, al tener que gestionar entregas puntuables en la asignatura en plazos de tiempo específicos. ➤ Conocimientos de informática y programación relativos al ámbito de estudio ➤ Resolución de problemas y toma de decisiones en base a incertidumbre ➤ Aprendizaje autónomo, en la resolución de problemas prácticos propuestos 	
OBJETIVOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)	
<p><u>El alumno conocerá y comprenderá:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los conocimientos y práctica necesarios para el análisis de fiabilidad estructural y de sistemas de ingeniería. ➤ Estudiará los fundamentos de fiabilidad, ➤ Conocerá los algoritmos de simulación estocástica avanzada ➤ Comprenderá los modelos de fiabilidad de sistemas, necesarios para la práctica en situaciones reales de ingeniería. ➤ El alumno acabará conociendo métodos computacionales que van de la mano de la Inteligencia Artificial (IA) ➤ Comprenderá la relación existente entre fiabilidad, daño e IA. <p><u>El alumno será capaz de:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Resolver y entender problemas de cálculo de fiabilidad estructural ➤ Conocer las técnicas de representación y resolución de fiabilidad de sistemas de ingeniería ➤ Resolver mediante software matemático computacional problemas de fiabilidad de sistemas 	
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)	
<p>Conceptos básicos de fiabilidad en la ingeniería. Procesamiento de la información estocástica. Variables aleatorias básicas y modelización. Métodos de análisis de la fiabilidad. Métodos de fiabilidad de primer</p>	



orden - Fiabilidad de sistemas - Métodos estocásticos de acumulación de daño. Formulación e implementación. - Ejemplos de aplicación de fiabilidad en ingeniería civil y en fenómenos físicos de acumulación de daño.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

1. Introducción a la ingeniería de fiabilidad
 - 1.1 Motivación
 - 1.2 Definiciones básicas
2. Probabilidad
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Definición de probabilidad
 - 2.3. Consideraciones de probabilidad lógica
3. Fundamentos de Fiabilidad
 - 3.1. Cálculo de Fiabilidad
 - 3.1.1. Métodos de Nivel I
 - 3.1.2. Métodos de Nivel II
 - 3.1.3. Métodos de Nivel III
 - 3.1.4. Métodos de Nivel IV
4. Métodos computacionales de cálculo de fiabilidad
 - 4.1. Introducción a la estadística computacional
 - 4.2. Método Monte Carlo
 - 4.3. Importance Sampling
 - 4.4. Markov Chain Monte Carlo
 - 4.5. Subset Simulation
5. Fiabilidad de Sistemas
 - 5.1. Diagramas de Fiabilidad
 - 5.1.1. Evaluación numérica
 - 5.1.2. Diagramas de fiabilidad simples
 - 5.1.3. Obtención de rutas de fiabilidad mínimas
 - 5.1.4 Obtención de rutas de fallo mínimas
 - 5.2. Árboles de fallo
 - 5.2.1. Representación simbólica
 - 5.2.2. Construcción de árboles de fallo
6. Módulo práctico I: Tutorial sobre fiabilidad estructural y evaluación de estructuras existentes
7. Módulo práctico II: Tutorial sobre fiabilidad estructuras y caso práctico

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- CHIACHÍO, M., CHIACHÍO J., Introducción a la Ingeniería de Fiabilidad, Ed. Avicam, (2018)
- BIROLINI, A., Reiliability engineering: theory and practice, Springer, 1999
- DITLEVSEN & MADSEN, Structural reliability Methods, Wiley, 1996
- NOWAK & COLLINS, Reliability of Structures, McGraw-Hill, 2000



BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- M. Chiachio, J.L. Beck, J. Chiachio, G. Rus [Approximate Bayesian Computation by Subset Simulation](#), SIAM Journal on Scientific Computing 36 (3), A1339-A1338
- M Chiachío, J Chiachío, S Sankararaman, K Goebel, J Andrews, [A new algorithm for prognostics using Subset Simulation](#), Reliability Engineering & System Safety 168, 189-199
- Ang A, Cornell C.A., 1974. Reliability bases of structural safety and design. Journal of the structural division. Vol. 100, No ST9, pp. 1755-1769.
- Hasofer A, Lind N., 1974. Exact and invariant second-moment code format. J of the engng mechanics division. Vol. 100, No EM1, pp. 111-121.

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

- La asignatura se desarrollará mediante el desarrollo de las siguientes fases:
- *Estudio previo a las clases teóricas* (clases invertidas): El alumno estudiará los temas teóricos que son facilitados con anterioridad por el profesor (a través de la plataforma PRADO). El material teórico y práctico puede encontrarse en el libro de la asignatura ("Introducción a la Ingeniería de Fiabilidad").
- *Clases teóricas*: en las que se expondrán y discutirán conceptos teóricos básicos de la ingeniería de fiabilidad y fiabilidad estructura. El contenido de las clases teóricas está cubierto en el citado libro de la asignatura, entre otras fuentes bibliográficas.
- *Clases prácticas o tutoriales*: En estas clases, los estudiantes participarán en módulos prácticos sobre fiabilidad estructural, usando casos reales de evaluación de la fiabilidad de estructuras existentes e incluso participando en un caso práctico realizado en clase con material doméstico.
- *Estudio individual*: El alumno debe perfeccionar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y tutoriales mediante estudio del material de clase, material bibliográfico recomendado, u otras fuentes que se consideren adecuadas. Además, los estudiantes recibirán tres listados de problemas prácticos/ejercicios a resolver y entregar individualmente, que formarán parte de la evaluación de la asignatura, como se indica a continuación.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

- *Evaluación continua (por defecto)*
 - 10 % Participación en clases invertidas (lo cual exige asistencia)
 - 40 % Entrega y evaluación de los ejercicios numéricos (de lo cual, 30% si entrega y 70% evaluación)
 - 50 % Examen teórico-práctico en convocatoria ordinaria (2 horas de duración)

Se hace constar que es requisito imprescindible sacar un mínimo de 4 sobre 10 en el examen teórico-práctico para hacer media con el resto de partes (y por tanto, aprobar la asignatura). Por otra parte, la nota correspondiente a participación (10%) requiere demostrar que se ha estudiado el material antes de clase. La entrega de los ejercicios numéricos (apartado [b]) será la que establezca el profesor y nunca inferior a una semana. El examen se realizará en fecha de la convocatoria ordinaria, con posibilidad de recuperar en convocatoria extraordinaria, tal y como se establece más abajo.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Los alumnos de la asignatura, tanto los adscritos a la modalidad de evaluación continua como los adscritos a la Evaluación Única Final, tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria en la que se podrá puntuar



un 100% (con independencia de las notas obtenidas previamente en la evaluación continua, para los alumnos adscritos a tal modalidad). La convocatoria extraordinaria consistirá en una prueba de 2 horas formada por un examen escrito (1 hora, 60% de la nota) más una prueba práctica computacional sobre cálculos de fiabilidad (1 hora, 40% de la nota). La nota final será la media aritmética de ambas partes salvo que en alguna de ellas se haya obtenido un cero (0).

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final (EUF)** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2. La prueba, de 2 horas, consistirá en un examen escrito (1 hora, 60% de la nota) más una prueba práctica computacional sobre cálculos de fiabilidad (1 hora, 40% de la nota). La nota final será la media aritmética de ambas partes salvo que en alguna de ellas se haya obtenido un cero (0). El examen se realizará en fecha de la convocatoria ordinaria, con posibilidad de recuperar en convocatoria extraordinaria, tal y como se establece más abajo.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se atenderá tanto presencialmente en el horario de tutorías establecido y virtualmente mediante videollamada, tras concertar cita mediante email con el profesor correspondiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para atención virtual: Google Meet y Zoom (institucional de la UGR)

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Debido a que la matriculación de la asignatura (y en general del máster) no conlleva generalmente más de 15 alumnos, en escenario A la asignatura puede llevarse a cabo presencialmente en el Seminario 2 de la ETSICCP, en el horario establecido y cumpliendo con las requeridas medidas de distanciamiento.

Bajo la hipótesis de imposibilidad de cumplimiento con las medidas de distanciamiento sean cuales fueren las causas, se procedería de la siguiente forma:

- Clases teóricas (mediante videoconferencia síncrona, en el horario establecido, y usando Google Meet y grabación de clase).
- Clases prácticas: mediante fragmentación de grupos necesarios para cumplir con las medidas de distanciamiento, de forma que, de manera rotativa, los distintos grupos de podrán asistir a la clase presencial al tiempo que el resto la atendería virtualmente mediante Google Meet y grabación de clases. Se seguirá el horario establecido.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

En escenario A, y bajo la hipótesis del cumplimiento con el distanciamiento social, el examen se realizaría de forma presencial según indicado en el apartado correspondiente más arriba. En caso de imposibilidad de cumplimiento de medidas de distanciamiento, el examen se celebraría bajo las mismas características



<p>mediante el sistema PRADO Examen. La parte computacional del examen se reemplazaría por la entrega de un código computacional en respuesta a una pregunta o enunciado específico, y a entregar transcurrido el tiempo de realización del examen.</p> <p>El resto de puntuaciones (entrega de ejercicios y participación en clases invertidas) se mantendría sin modificación.</p>
<p>Convocatoria Extraordinaria</p>
<p>Bajo el escenario A, la convocatoria extraordinaria consistiría en un examen que puntúa el 100% de la calificación, y se desarrollaría en idénticas condiciones a las descritas anteriormente para el examen de la convocatoria ordinaria.</p>
<p>Evaluación Única Final</p>
<p>Bajo el escenario A, la convocatoria de evaluación única final (EUF) consistiría en un examen que puntúa el 100% de la calificación, y se desarrollaría en idénticas condiciones a las descritas anteriormente para el examen de la convocatoria ordinaria y extraordinaria.</p>

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL	
HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Virtualmente, a convenir mediante email con el profesor correspondiente.	Google Meet, Zoom (institucional de la UGR)
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
Las clases teóricas y prácticas se desarrollarían virtualmente de forma síncrona, en el horario establecido, usando para ello Google Meet con grabación de clases, entrega de las presentaciones y el material trabajado en clase, así como dispensa del libro de texto en formato electrónico. Las clases prácticas de cálculo computacional y elaboración de algoritmos de fiabilidad, se realizarán también virtualmente.	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
<p>Convocatoria Ordinaria</p> <p>El examen se celebraría bajo las mismas características estipuladas arriba pero mediante el sistema PRADO Examen. La parte computacional del examen se reemplazaría por la entrega de un código computacional en respuesta a una pregunta o enunciado específico, a entregar transcurrido el tiempo de realización del examen.</p> <p>El resto de puntuaciones (entrega de ejercicios y participación en clases invertidas) se mantendría sin modificación.</p>	
<p>Convocatoria Extraordinaria</p> <p>Bajo el escenario B, la convocatoria extraordinaria consistiría en un examen que puntúa el 100% de la calificación, y se desarrollaría en idénticas condiciones a las descritas anteriormente para el examen de la convocatoria ordinaria.</p>	



Evaluación Única Final

Bajo el escenario B, la convocatoria extraordinaria consistiría en un examen que puntuaría el 100% de la calificación, y se desarrollaría en idénticas condiciones a las descritas anteriormente para el examen de la convocatoria ordinaria.

