



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000469 - Fiabilidad Estructural**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000469 - Fiabilidad Estructural
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AM - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Sergio Blanco Ibañez (Coordinador/a)	1.13 (planta 1)	sergio.blanco@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00

\* 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

- Elementos Finitos

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

- Working knowledge of probability and numerical methods for engineers at undergraduate level.
- Programming skills.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB9 - Que los estudiantes sepan 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

CE13 - - Capacidad para el ejercicio profesional de alta especialización o para la investigación predoctoral mediante la utilización de recursos de modelización predictiva en Análisis y diseño estructural en régimen dinámico y/o no lineal.

CT3 - Compromiso y capacidad de aplicación de los estándares de deontología en investigación y ejercicio profesional avanzado

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA58 - Aplica técnicas de simulación numérica para evaluar la fiabilidad de componentes estructurales

RA3 - Interioriza los principios de deontología profesional para actividades de I+D+i

RA2 - Presenta comunicaciones orales, escritas y gráficas, estructurada y argumentadamente, en lengua española e inglesa

RA56 - Evalúa la probabilidad nominal de fallo de una estructura usando una formulación de fiabilidad independiente del tiempo.

RA57 - Entiende la naturaleza dependiente del tiempo de la fiabilidad estructural y desarrolla modelos cuantitativos de la capacidad dependiente en el tiempo de las estructuras

RA13 - Sintetiza e integra con polivalencia y autonomía las competencias específica de formación científico-técnica para iniciación en I+D+i, para la alta especialización y para la investigación doctoral.

RA8 - Utiliza con eficacia recursos de modelización predictiva en una o más de las materias del módulo

RA55 - Conoce los fundamentos de cuantificación de la incertidumbre en sistemas de ingeniería

RA1 - Utiliza con eficacia, autonomía y polivalencia recursos de modelización predictiva en la temática de la materia

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The goal of this course is to introduce the fundamentals of uncertainty quantification and structural reliability to graduate engineering students with research interests in the field of predictive modeling and reliability assessment of structural systems.

Upon completion of this course the students should be able to:

- Understand the theoretical framework under which structural codes (EN1990) are developed.
- Describe loadings in a probabilistic, quantitative manner for an assortment of circumstances.
- Evaluate the nominal probability of failure of a structure using a time-independent reliability formulation.
- Employ a Bayesian framework to incorporate information from structural testing and inspection in order to modify models for structural capacity.
- Undertake First Order and Second Order reliability analyses for structural components.
- Apply simulation techniques, including crude Monte Carlo and Importance sampling, to evaluate the reliability of structural components or systems.
- Describe the capacity of structural systems using combinations of series, parallel and k-out-of-n subsystems.
- Understand the time-dependent nature of structural reliability and develop quantitative models for the time-dependent capacity of structures.
- Understand the concept of robustness and how this relates to preventing progressive collapse.
- Identify optimal values for partial factors and load factors in order to achieve a pre-determined level of reliability.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Principles of Structural Safety.
2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics
3. Uncertainty Quantification
4. Simulation Methods
5. Reliability Theory
6. System Reliability
7. Time Dependent Reliability
8. Specialised methods for seismic problems

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Section 1. Principles of structural safety</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (I)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Installation of computer programs. Introduction to python.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 1. Principles of structural safety</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (I)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Installation of computer programs. Introduction to python.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
2	<p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
3	<p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (III)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Section 3. Uncertainty Quantification (I)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (II)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 2. Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (III)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Section 3. Uncertainty Quantification (I)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics (II)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
4	<p><b>Section 3. Uncertainty Quantification (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Section 3. Uncertainty Quantification (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Exercise on Section 2, Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>

5	<p><b>Section 4. Simulation methods</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Uncertainty Quantificatio (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 4. Simulation methods</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Uncertainty Quantificatio (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
6		<p><b>Workshop: Simulation Methods (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tutorials. Course work project.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Workshop: Simulation Methods (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tutorials. Course work project.</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Exercise on Section 3 and 4, Uncertainty Quantification and Simulation Methods</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
7	<p><b>Section 5. Reliability Theory (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Reliability Theory (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 5. Reliability Theory (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Reliability Theory (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
8	<p><b>Section 5. Reliability Theory (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Reliability Theory (II)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 5. Reliability Theory (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Reliability Theory (II)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
9	<p><b>Section 6. System Reliability (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Section 6. System Reliability (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Exercise on Section 5, Reliability Theory</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p><b>Section 6. System Reliability (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: System Reliability (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 6. System Reliability (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: System Reliability (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
11	<p><b>Section 7. Time Dependent Reliability (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Section 7. Time Dependent Reliability (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Exercise on Section 6, System Reliability</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
12	<p><b>Section 7. Time Dependent Reliability (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Workshop: Time Dependent Reliability (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Section 7. Time Dependent Reliability (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Workshop: Time Dependent Reliability (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	



13	<b>Section 8. Specialised methods for seismic problems (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Section 8. Specialised methods for seismic problems (I)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Exercise on Section 7, Time Dependent Reliability</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
14	<b>Section 8. Specialised methods for seismic problems (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Workshop: Specialised methods for seismic problems (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Section 8. Specialised methods for seismic problems (II)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Workshop: Specialised methods for seismic problems (I)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
15		<b>Workshop: Specialised methods for seismic problems (II)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Workshop: Specialised methods for seismic problems (II)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Exercise on Section 8, Specialised methods for seismic problems</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
16				<b>Presentation work project</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
17				<b>Final Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 03:00  <b>Final Exam</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 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
4	Exercise on Section 2, Fundamentals of Probability, Random Processes and Statistics	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	8.33%	/ 10	CB6 CB10 CE13
6	Exercise on Section 3 and 4, Uncertainty Quantification and Simulation Methods	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	8.33%	/ 10	CB6 CB10 CE13
9	Exercise on Section 5, Reliability Theory	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	8.33%	/ 10	CE13 CB10 CB6
11	Exercise on Section 6, System Reliability	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	8.33%	/ 10	CE13 CB6 CB10
13	Exercise on Section 7, Time Dependent Reliability	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	8.33%	/ 10	CE13 CB6 CB10
15	Exercise on Section 8, Specialised methods for seismic problems	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	8.35%	/ 10	CB6 CB10 CE13
16	Presentation work project	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	15%	5 / 10	CB9 CT3
17	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	35%	3.5 / 10	CB6 CB10 CE13

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Presentation work project	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	15%	5 / 10	CB9 CT3
17	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	00:00	85%	3.5 / 10	CB6 CB10 CE13

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

The evaluation of the subject consists of:

- Six tests of topics 2 to 8 on theoretical concepts of the syllabus and practical exercises
- Final work of the subject on a proposed project in class. From this work a report is delivered and an oral presentation of it is made.
- Final exam of the whole subject on theoretical concepts of the syllabus and practical exercises

The evaluation criteria are the following:

**Continuous evaluation:** Six exercises solved throughout the course (50%), final work of the subject (15%) and final exam (15%). To pass the subject it is necessary to obtain a 5/10 in the final work and a 3.5/10 in the final exam.

**Only final test:** Exam (85%) and final work of the subject (15%). To pass the subject it is necessary to obtain a 5/10 in the final work and a 3.5/10 in the final exam.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Structural reliability methods	Bibliografía	O. Ditlevsen, H.O. Madsen Department of Mechanical Engineering Technical University of Denmark 2007
Probability, Reliability and Statistical Methods in Engeneering Design	Bibliografía	A. Haldar, S. Mahadevan John Wiley & Sons 2000
Structural Reliability	Bibliografía	M. Lemaire John Wiley & Sons 2009
Salome-Meca	Otros	Código de elementos finitos y de análisis de la incertidumbre <a href="https://www.code-aster.org">https://www.code-aster.org</a>

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS 4.4 y 4.7