

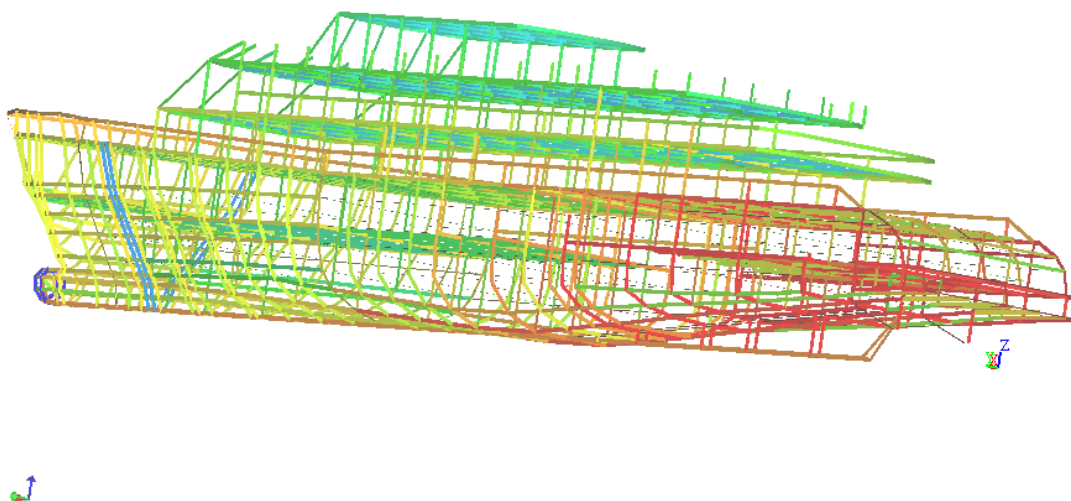


Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica


UPCT



Guía docente de la asignatura: ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN VIBROACÚSTICA DE BUQUES



Titulación:
Máster en Ingeniería Naval y oceánica

CSV:	5E6LoXWHBv1D3O4hxUcefPcRY	Fecha:	29/01/2019 23:12:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/5E6LoXWHBv1D3O4hxUcefPcRY	Página:	1/15	

1. Datos de la asignatura

Nombre		ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN VIBROACÚSTICA DE BUQUES				
Materia*		ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN VIBROACÚSTICA DE BUQUES				
Módulo*		MATERIAS OPTATIVAS				
Código		232102006				
Titulación		Máster en Ingeniería Naval y Oceánica				
Plan de estudios		2014				
Centro		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Naval y Oceánica				
Tipo		Obligatoria				
Periodo lectivo		Cuatrimstral	Cuatrimestre	2º	Curso	2º
Idioma		Español				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)		135

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	José Luis Aguirre Martínez		
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área de conocimiento	Ingeniería Mecánica		
Ubicación del despacho	Segunda Planta del Edificio Hospital de Marina (ala oeste)		
Teléfono	968326424	Fax	968326449
Correo electrónico	Joseluis.aguirre@upct.es		
URL / WEB	http://dimec.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Ver tablón de anuncios del departamento		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 2044		

Titulación	Ingeniero Industrial y Doctor por la UPCT
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Escuela Universitaria
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios (si procede)	3
Líneas de investigación (si procede)	Técnicas de análisis y control de ruido y vibraciones Sistema de Gestión en Mantenimiento Industrial Análisis de Perturbaciones en Dinámica de Rotores Monitorización y Diagnóstico de Equipos Dinámicos
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	Profesor Técnico de F.P.; Jefe de obras y de taller en la empresa <i>Europea del Mantenimiento Industrial</i> ; Ingeniero jefe de mantenimiento de instalaciones de la Mancomunidad de Canales del Taibilla con la UTE: <i>FEJIMA y Don Félix Marín</i> .
Otros temas de interés	Contratos con empresas para realizar trabajos y desarrollos el campo del mantenimiento industrial, la verificación de equipos y el diseño mecánico

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

El ruido y la vibración son dos fenómenos físicos que deben tenerse en cuenta siempre en la fase de diseño de un buque, ya que pueden originar importantes problemas una vez construido y equipado. Buscar soluciones a posteriori suele ser caro y a veces es inviable. El ruido y las vibraciones originan circunstancias adversas como: problemas relacionados con el confort a bordo en yates de lujo o barcos de pasaje, ruido radiado al mar en oceanográficos o buques militares que impiden el desarrollo de la misión para la que han sido proyectados, incumplimiento de las normativas y reglamentos internacionales, averías en equipos y servicios, daños estructurales, etc.

Tradicionalmente los temas relacionados con el ruido y las vibraciones se han tenido en cuenta solamente en barcos de guerra, actualmente esta circunstancia está cambiando, debido a que empiezan a integrarse de forma generalizada las especificaciones vibro-acústicas en el resto de proyectos navales. Desde el punto de vista del armador es interesante optimizar las condiciones de explotación del buque; por ejemplo, la capacidad de pesca de un barco pesquero está relacionada en muchos casos con lo silencioso que éste pueda llegar a ser. De un crucero se espera unas condiciones de confort extraordinarias, siendo el ruido y las vibraciones aspectos valorados muy negativamente por el pasaje. En buques militares se requiere una firma acústica “no detectable” y, para ello es necesario tener en cuenta desde la fase de proyecto, que las vibraciones de las máquinas dispuestas a bordo y las estructuras que las soportan no deben exceder los límites especificados. Deben calcularse las frecuencias propias de cada estructura por separado y del conjunto, así como un adecuado diseño de los dispositivos de aislamiento de ruido y vibraciones si fuera necesario.

Otro aspecto, no menos importante, está relacionado con la necesidad de cumplir los límites establecidos en reglamentos y normativa de carácter nacional e internacional. Existen un buen número de normas ISO que se tienen en consideración por organismos de inspección, clasificación, compañías aseguradoras, etc. Es necesario, por lo tanto, que los ingenieros navales posean conocimientos técnicos, precisos y prácticos, para poder abordar los problemas de ruidos y vibraciones a bordo desde la fase de diseño, pero también durante la explotación del buque.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Actualmente en el diseño de barcos de cierta importancia es necesario realizar un estudio vibro-acústico que permita garantizar el confort en su interior, así como, controlar las emisiones tanto al medio aéreo como al agua. Un barco debe ser capaz de tener bajas emisiones de ruido, por lo tanto en fase de proyecto debe tenerse en cuenta sus fuentes de ruido y vibración. En la actualidad existen diversos métodos numéricos que permiten conocer el comportamiento del buque antes de su construcción. En resumen la asignatura permite dotar al futuro egresado de medios técnicos suficientes para poder estimar los niveles de emisión de ruido y vibración emitidos, así como diseñar las condiciones óptimas que minimicen los niveles de emisión tanto de ruido como de vibración.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura es un buen complemento para aquellos estudiantes que cursan las asignaturas optativas relacionadas con el diseño de submarinos y el control de calidad de los mismos, ya que permite modelar el buque y estimar su ruido propio y su firma acústica.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es conveniente que los estudiantes posean conocimientos básicos de acústica y vibraciones, estructuras marinas y equipos y servicios del buque.

3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas especiales que permitan la integración de aquellos alumnos que trabajen y estudien a la vez. Se realizará un seguimiento personalizado que permita valorar el grado de aprendizaje mediante la planificación de tutorías y entrega de actividades a través de correo electrónico. Se utilizará el Aula Virtual como fuente de información.

De acuerdo a la normativa vigente en materia de evaluación en asignaturas de los títulos oficiales de grado de la UPCT, se prevé una prueba de evaluación única de carácter global para aquellos alumnos que así lo soliciten por escrito durante el primer mes del período lectivo en el que se desarrolla el proceso de aprendizaje. El Departamento responsable de la docencia de dicha asignatura accederá a la solicitud en casos excepcionales (obligaciones laborales, obligaciones familiares, motivos de salud, deporte de alto nivel, etc.) convenientemente acreditados.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB7. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CB8. Que los estudiantes sean capaces de 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.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG01. Capacidad para resolver problemas complejos y para tomar decisiones con responsabilidad sobre la base de los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en materias básicas y tecnológicas aplicables a la ingeniería naval y oceánica, y en métodos de gestión.

CG02. Capacidad para concebir desarrollar soluciones técnica, económica y ambientalmente adecuadas a necesidades de transporte marítimo o integral de personas y mercancías, de aprovechamiento de recursos oceánicos y del subsuelo marino (pesqueros, energéticos, minerales, etc.) uso adecuado del hábitat marino y medios de defensa y seguridad marítimas.

CG03. Capacidad para proyectar buques e instalaciones de todo tipo.

CG07. Capacidad de integración de sistemas marítimos complejos y de traducción en soluciones viables.

CG08. Capacidad para el análisis e interpretación de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planos de labores y otros trabajos análogos.

CG09. Capacidad para redactar especificaciones que cumplan con lo establecido en los contratos, los reglamentos y las normas de ámbito naval e industrial.

CG10. Conocimientos del tráfico marítimo y del transporte integral necesarios para el proyecto de buques.

CG15. Capacidad para organizar y dirigir grupos de trabajo multidisciplinares en un entorno multilingüe, y de generar informes para la transmisión de conocimientos y resultados.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

MOP1. Conocimientos sobre el diseño, modelización y optimización vibroacústica del buque.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T4. Utilizar con solvencia los recursos de la información.

T5. Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura**

- 1.- Conocer las características vibro-acústicas de equipos y servicios.
- 2.- Conocer y calcular las características vibro-acústicas de las estructuras que conforman el buque.
- 3.- Saber determinar experimentalmente la rigidez dinámica de los soportes anti-vibratorios.
- 4.- Saber modelar mediante métodos numéricos la estructura y las fuentes de ruido y vibración en buques y artefactos.
- 5.- Saber calcular el ruido propio y la firma acústica de buques y artefactos.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Principales fuentes de ruido y vibración a bordo. Vías de transmisión del ruido y la vibración. Determinación de la rigidez dinámica de soportes anti-vibratorios. Modelización de sistemas vibro-acústicos mediante métodos numéricos. Estimación de los niveles de ruido aéreo en el interior del buque. Ruido radiado al mar en campo próximo y lejano. Firma acústica de buques y artefactos.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

FUENTES DE RUIDO Y VIBRACIÓN EN BUQUES

Tema 1.- Descripción de las principales fuentes de ruido y vibración en buques.

Tema 2.- Vías de transmisión del ruido y la vibración. Ruido estructural.

Tema 3.- Aislamiento de la vibración. Rigidez dinámica de los soportes anti-vibratorios

Tema 4.- Sistemas activos y pasivos de aislamiento de la vibración.

Tema 5.- Sistemas de aislamiento del ruido

MÉTODOS NUMÉRICOS Y MODELIZACIÓN PARA ANÁLISIS VIBROACUSTICO.

Tema 6.- Método de los elementos finitos.

Tema 7.- Aplicación del MEF en la modelización de estructuras. Determinación de frecuencias naturales.

Tema 8.- Método de análisis estadístico de energía (SEA).

Tema 9.- Aplicación del método SEA en la modelización de buques. Determinación de ruido propio y firma acústica de buques.

MÉTODOS EXPERIMENTALES.

Tema 10.- Análisis modal

Tema 11.- Intensimetría acústica

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

1.- Medida de la vibración y ruido generado por máquinas. (Consiste en realizar una medida de la vibración y ruido de un equipo dinámico utilizando técnicas avanzadas).

2.- Medida de la rigidez dinámica de un soporte anti-vibratorio (Con la utilización de un banco experimental diseñado para la medida de rigidez dinámica de un soporte anti-vibratorio, se determinará la rigidez, la movilidad y la impedancia del soporte).

3, 4 y 5.- Modelización y determinación de los modos de vibración de estructuras utilizando el método de elementos finitos. (Se modelarán distintas estructuras del laboratorio de ingeniería mecánica utilizando el método de los elementos finitos y se determinaran sus frecuencias naturales. También se ensayaran mediante técnicas de análisis modal para verificar los resultados obtenidos teóricamente).

6, 7 Y 8.- Modelización y determinación del nivel de ruido emitido por una fuente acústica. (Se modelarán la estructura de un buque, introduciendo las fuentes de ruido y vibración para determinar la firma acústica y el ruido propio. Se determinarán la potencia

y la intensidad acústica emitida por un equipo del laboratorio.)

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Main sources of noise and vibration on board. Noise and vibration transmission paths. Derivation of the anti-vibratory mounts dynamic stiffness. Modeling of vibroacoustic systems using numerical methods. Prediction of airborne and structural noise inside ships. Radiated noise to the sea in the near and the far field. Acoustic signature of ships.

SOURCES OF NOISE AND VIBRATION IN SHIPS

Chapter 1.- Description of the main noise and vibration sources on board.

Chapter 2.- Noise and vibration transmission paths. Structural noise.

Chapter 3.- Vibration isolation. Dynamic stiffness of the anti-vibratory mounts.

Chapter 4.- Active and passive vibration isolation.

Chapter 5.- Noise isolation Systems.

MODELING AND NUMERICAL METHODS FOR VIBRO-ACOUSTICS ANALYSIS

Chapter 6.- The Finite element method (FEM).

Chapter 7.- Application of FEM to the modeling of structures. Determination of natural frequencies.

Chapter 8.- Statistical Energy Analysis method (SEA).

Chapter 9.- Application of SEA to the modeling of ships. Determination of self-noise and acoustic signature of ships.

EXPERIMENTAL METHODS.

Chapter 10.- Modal analysis.

Chapter 11.- Acoustic intensity measurement.

5.3. Programa de prácticas en inglés (nombre y descripción de cada práctica)

1.- Measure of the vibration and noise caused by machines. (It consists on the measure of the vibration and noise caused by a dynamic device by using advances techniques).

2.- Measure of the dynamic stiffness of anti-vibratory mounts (By using an experimental workbench designed for the measure of the dynamic stiffness of anti-vibratory mounts, the different parameters as the stiffness, mobility and impedance of one mount will be measured.).

3, 4 y 5.- Modelling and determination of the vibration modes of structures my means of the finite element method. (Different structures from the mechanical engineering laboratory will be modelled by using finite element methods and their natural frequencies will be calculated. The same structures will be tested by using modal analysis techniques to validate the numerical results).

6, 7 Y 8.- Modelling and determination of the noise level emitted by an acoustical source. (The structure of a ship will be modelled, including several typical sources of noise and vibration, to determine the self-noise and acoustic signature of the ship. The power and the acoustic intensity emitted by different machines from our laboratory will be measured and used as such sources.)

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

La planificación de la materia está pensada para que los estudiantes adquieran de forma gradual los contenidos necesarios para comprender los conceptos avanzados del ruido y vibración a bordo de los buques. Estimar los niveles de ruido y vibración en la fase de diseño es fundamental en un buen número de barcos que son especificados con bajo nivel de ruido emitido hacia el interior del buque por vía aérea y radiado al mar.

FUENTES DE RUIDO Y VIBRACIÓN EN BUQUES

En este bloque el objetivo es adquirir los siguientes conocimientos:

- Conceptos avanzados relacionados con las de ruido y vibración a bordo.
- Identificación de las fuentes de ruido y vibración principales de un barco.
- Conocer las vías de transmisión del ruido estructural y del ruido aéreo.
- Medir e interpretar la rigidez dinámica de los soportes anti-vibratorios.
- Seleccionar los soportes anti-vibratorios idóneos para cada situación.
- Distinguir entre sistemas activos y pasivos en el aislamiento de vibración y sus características y formas de actuación.
- Saber seleccionar los materiales aislantes acústicos para las distintas aplicaciones que se pueden dar a bordo.
- Ser capaz de calcular los espesores de material y su densidad superficial para obtener el nivel de aislamiento acústico requerido.



MÉTODOS NUMÉRICOS Y MODELIZACIÓN PARA ANÁLISIS VIBROACUSTICO.


En este bloque el objetivo es adquirir los siguientes conocimientos:

- Dominar los fundamentos teóricos del método de los elementos finitos.
- Ser capaz de modelar una estructura para aplicar el MEF.
- Aplicación del MEF al análisis dinámico de estructuras.
- Dominar los fundamentos teóricos del método de análisis estadístico de energía.
- Ser capaz de modelar una estructura para aplicar el método SEA.
- Aplicación del método SEA al análisis dinámico de estructuras.

MÉTODOS EXPERIMENTALES.

En este bloque el objetivo es adquirir los siguientes conocimientos:

- Dominar conceptos avanzados relacionados con el análisis modal como técnica experimental.
- Conocer los procedimientos de medida de los parámetros modales en una estructura.
- Dominar conceptos avanzados relacionados con la determinación de la intensidad acústica como técnica experimental.
- Conocer los procedimientos de medida de intensidad acústica para la identificación de fuentes de ruido en equipos dinámicos y obtención de su potencia acústica.

CSV:	5E6LoXWHBv1D3O4hxUcefPcRY	Fecha:	29/01/2019 23:12:28	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/5E6LoXWHBv1D3O4hxUcefPcRY	Página:	11/15	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva mediante técnicas de aprendizaje activo durante el desarrollo de la exposición. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los aspectos de mayor complejidad y relevancia.	<u>Presencial:</u> Toma de apuntes y resolución con los compañeros de las cuestiones planteadas por el profesor.	27
		<u>No presencial:</u> Estudio personal del estudiante	30
Clase de problemas	Se resolverán problemas tipo. Se referenciarán los conceptos teóricos utilizados en la resolución de dichos ejercicios. Se motivará al estudiante para que participe de forma activa.	<u>Presencial:</u> Resolución de los ejercicios con el profesor	9
		<u>No presencial:</u> Resolución por parte del estudiante de problemas propuestos por el profesor.	15
Prácticas de laboratorio y aula de informática	Las prácticas de laboratorio aportarán a los estudiantes las habilidades necesarias para el manejo de la instrumentación de medida. Además permitirá relacionar los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura entre sí.	<u>Presencial:</u> Manejo de instrumentación. Análisis de las medidas.	12
Tutorías	Las tutorías serán con carácter individual para todos los estudiantes matriculados y, estarán especialmente orientadas para aquellos estudiantes que por cuestiones justificadas no pueden asistir regularmente a clase.	<u>Presencial:</u> Planteamiento de dudas y orientación del estudiante en el despacho del profesor.	6
		<u>No presencial:</u> Planteamiento de dudas y orientación del estudiante mediante correo electrónico o Aula Virtual.	
Actividades de evaluación formativas y sumativas	Se realizará una prueba escrita para valorar de forma general las competencias adquiridas por los estudiantes. También se valorará la resolución individual de varios supuestos prácticos propuestos durante el cuatrimestre por el profesor.	<u>Presencial:</u> Realizar la prueba escrita. Realizar y defender oralmente ante el profesor los supuestos prácticos.	12
		<u>No presencial:</u> Resolución de los supuestos prácticos	24
			135

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)				
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5
Clase de teoría	X	X	X	X	X
Clase de problemas	X	X			
Prácticas de laboratorio y aula de informática			X	X	X
Actividades de evaluación formativas y sumativas	X	X		X	X
Tutorías	X	X	X	X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4,5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita Individual			Contestar por escrito entre 2 y 4 cuestiones teóricas/se valorará en un 40% de la prueba escrita. Resolución de 2 problemas/se valorará en un 60% de la prueba escrita.	70%	1,2,3,4,5
Resolución de supuestos prácticos			Resolver ejercicios prácticos o problemas propuestos por el profesor.	15%	3, 4, 5
Prácticas de laboratorio y aula de informática			Asistencia obligatoria*		3, 4, 5
Exposición y defensa de trabajos individuales y de grupo.			Defensa ante el profesor de la metodología empleada en la resolución de los supuestos y análisis de los resultados obtenidos.	15%	4,5

***NOTA:** Aquellos estudiantes que no sigan regularmente las prácticas de laboratorio, deberán realizar una prueba escrita que incluirá cuestiones relacionadas con éstas, valorándose con el 25% de la nota final.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase de teoría, problemas y prácticas.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo en grupo de la resolución de problemas propuestos y durante la realización de las prácticas de laboratorio.
- Presentación oral de los supuestos prácticos.
- Tutorías individuales.
- Test de control

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Apuntes de la asignatura facilitados por los profesores

8.2. Bibliografía complementaria*

Shock and Vibration Handbook, C.M. Harris

Fundamentals of noise and vibration analysis for engineers, M. Norton D. Karczub

Theory and Application of Statistical Energy Analysis, Richard H. Lyon

Introduction to finite element analysis, using SolidWorks simulation 2014, P.M.Kurowski

Modal Analysis, Jimin He and Zhi-Fang Fu

Sound intensity, F.J. Fahy

8.3. Recursos en red y otros recursos

https://www.solidworks.com/sw/support/807_ENU_HTML.htm

<https://www.esi-group.com>

<https://www.bksv.com>

<http://www.vulkan.com/en-us/couplings/products>

<https://www.rockwool-marine.com>