



# Plan Docente de la Asignatura

## Guía Docente

**Nombre de la asignatura:** Acústica Arquitectónica

**Curso académico:** 2011-2012

**Curso:** Segundo

**Trimestre:** Tercero

**Estudios:** Grado en Ingeniería en Sistemas Audiovisuales (Obligatoria)

**Código asignatura:** 21609

**Número de créditos ECTS:** 4

**Número total de horas de dedicación:** 100 horas

**Lengua o lenguas de docencia:** Castellano y catalán.

**Profesorado:** Jordi Arqués, Giulio Cengarle

**Profesorado responsable:** Jordi Arqués.

## **1. Datos descriptivos de la asignatura**

**Nombre de la asignatura:** Acústica Arquitectónica

**Curso académico:** 2011-2012

**Curso:** Segundo

**Trimestre:** Tercero

**Estudios:** Grado en Ingeniería en Sistemas Audiovisuales (Obligatoria)

**Código asignatura:** 21609

**Número de créditos ECTS:** 4

**Número total de horas de dedicación:** 100 horas

**Lengua o lenguas de docencia:** Castellano y catalán.

**Profesorado:** Jordi Arqués, Giulio Cengarle

**Profesorado responsable:** Jordi Arqués.

## **2. Presentación de la asignatura**

Esta asignatura proporcionará al estudiante los principios básicos del comportamiento del sonido en las salas y los efectos subjetivos experimentados por los oyentes.

Se explicará la interacción del sonido con diversos tipos de materiales, introduciendo los conceptos de absorción y difusión.

Se introducirán técnicas para predecir y medir el campo sonoro y los parámetros que caracterizan la calidad acústica de un espacio. En las prácticas, los estudiantes se familiarizarán con la instrumentación de medida y utilizarán las técnicas estándar de medición en diferentes ambientes.

Se proporcionarán consideraciones de diseño y criterios acústicos para diferentes espacios: salas de conferencias, teatros...

### **2.1 Prerrequisitos para el seguimiento del itinerario formativo**

El contenido de la asignatura supone que los alumnos conocen los temas tratados en la asignatura Ingeniería Acústica, en particular, los fundamentos físicos y matemáticos de la acústica ondulatoria y de la psico-acústica. Otros prerrequisitos fundamentales son los conocimientos básicos de análisis matemático y la familiaridad con el uso del ordenador.

Se considera por tanto necesario haber cursado las siguientes asignaturas: Cálculo y métodos numéricos, Álgebra lineal y matemática discreta, Ondas y electromagnetismo, Ingeniería acústica.

### 3. Competencias a alcanzar en la asignatura

Competencias transversales	Competencias específicas
<p><b>Instrumentales</b></p> <p>G1. Capacidad de análisis y síntesis</p> <p>G2. Capacidad de organización y planificación</p> <p>G3. Capacidad para aplicar los conocimientos al análisis de situaciones y la resolución de problemas</p> <p>G6. Capacidad de comunicarse con propiedad de forma oral y escrita en catalán y en castellano, tanto ante audiencias expertas como inexpertas</p>	<p><b>Competencias Específicas de Formación Básica</b></p> <p>B7 Conocer las transformadas de Fourier para señales analógicas y digitales y los elementos básicos de la teoría del muestreo de señales.</p> <p>B9-A. Adquirir los conocimientos básicos de la física de la propagación del sonido y su relación con los métodos de procesamiento de la señales de audio.</p>
<p><b>Interpersonales</b></p> <p>G8. Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>G10. Capacidad de liderazgo, coordinación e iniciativa</p>	<p><b>Competencias de tecnología específica: Sistemas Audiovisuales</b></p> <p>AU4. Adquirir el conocimiento de las técnicas de procesamiento de audio necesarias para el desarrollo de sistemas de procesamiento acústico.</p> <p>AU7. Adquirir el conocimiento teórico y práctico de los equipos de medida y reproducción del campo acústico.</p>
<p><b>Sistémicas</b></p> <p>G11. Capacidad de aplicar con flexibilidad y creatividad los conocimientos adquiridos y de adaptarlos a contextos y situaciones nuevas</p> <p>G12. Capacidad para progresar en los procesos de formación y aprendizaje de manera autónoma y continua</p> <p>G15. Capacidad de generación de nuevas ideas.</p>	<p>AU9. Saber realizar proyectos de ingeniería acústica: Aislamiento y acondicionamiento acústico de locales; instalaciones de megafonía</p> <p>AU10. Comprender los problemas relacionados con la reproducción del sonido en una sala y el diseño acústico de espacios arquitectónicos</p>

## 4. Contenidos

### Parte teórica:

#### **Tema I Principios Básicos de la acústica y de la psicoacústica**

- 1.1 Definición, generación y propagación del sonido
- 1.2 Clasificación de los sonidos
- 1.3 Curvas isofónicas. Niveles audibles en función de la frecuencia.
- 1.4 Medición del sonido. Sonómetro.
- 1.5 Niveles de ruido de fondo. Curvas NC ("Noise Criteria") y NR.
- 1.6 Niveles de intensidad sonora y potencia sonora
- 1.7 Tipos de fuentes sonoras
- 1.8 Superposición de sonidos. Efecto "comb filter" acústico.
- 1.9 Influencia de las superficies límite
- 1.10 Sonoridad
- 1.11 Mecanismo de fonación humana
- 1.12 Características del mensaje oral
- 1.13 Directividad de la voz y de instrumentos musicales. Sonogramas.

#### **Tema II: El sonido en los recintos.**

- 2.1 Acústica geométrica. Primeras reflexiones. Reflectores. Focalizaciones, eco y eco flotante
- 2.2 Acústica ondulatoria. Modos propios
- 2.3 Acústica estadística. Tiempo de reverberación. Campo directo y campo reverberante. Determinación del nivel total de presión sonora en un recinto cerrado.
- 2.4 Absorción del sonido. Tipos de materiales absorbentes. Resonadores acústicos.
- 2.5 Difusión del sonido. Difusores MLS y QRD.
- 2.6 Sistemas de acústica variable
- 2.7 Inteligibilidad de la palabra: %ALCONS y STI/RASTI
- 2.8 Otros parámetros de calidad en las salas: Claridad, definición, calidez acústica, Brillo, EDT

#### **Tema III: Aislamiento acústico**

- 3.1 Ruido aéreo y ruido estructural
- 3.2 Definición de los índices básicos de aislamiento acústico. Ley de masas. Efecto de coincidencia.
- 3.3 Caminos indirectos de transmisión del ruido ("flanking")
- 3.4 Ruido de impactos. Suelos flotantes. Falsos techos aislantes.
- 3.5 Soluciones integrales de aislamiento acústico

#### **Tema IV: Diseño acústico de espacios de uso comunitario, salas de conferencias, aulas**

- 4.1 Objetivos acústicos
- 4.2 Ecos y focalizaciones
- 4.3 Efecto tambor
- 4.4 Sistemas de megafonía

## **Tema V: Diseño acústico de teatros y salas de concierto.**

- 5.1 Tipologías de teatros
- 5.2 Objetivos acústicos
- 5.3 Tipologías de salas de concierto
- 5.4 Objetivos acústicos

## **Tema VI: Introducción a los programas de diseño acústico de espacios**

- 6.1 Simulación de salas
- 6.2 Obtención de la función de transferencia
- 6.3 Auralización

### **Seminarios:**

#### **Tema I: Utilización del sonómetro y mediciones sonométricas**

- 1.1 Principios de funcionamiento, magnitudes físicas relacionadas
- 1.2 Tiempo de integración, ponderación, Leq, estadísticas; bandas de octava y de tercios;
- 1.3 Calibración, uso como sonómetro e analizador de espectro
- 1.4 Curvas NC.

#### **Tema II: Medición y análisis de respuestas impulsionales**

- 2.1 Teoría de la medición de IR con varios métodos
- 2.2 Método "sine sweep" y sus ventajas
- 2.3 Cálculo de parámetros acústicos a partir de la IR
- 2.4 Auralización

#### **Tema III: Utilización de Adobe Audition con tarjeta de sonido**

- 3.1 Introducción a la grabación y reproducción de las señales audio
- 3.2 Conversión A/D D/A y almacenamiento de datos
- 3.3 Frecuencia de muestreo y respuesta en frecuencia
- 3.4 Profundidad de bits y dinámica en adquisición y procesado
- 3.5 Uso de Audition, manejo y edición de ficheros audio
- 3.6 Uso de plug-in Aurora para generación del sweep y cálculo de la respuesta impulsional.

### **Prácticas:**

- Medición de dos salas con altavoz dodecaédrico, sonómetro y sistema de adquisición.
- Análisis de los datos e interpretación de los resultados.
- Redacción de informe sobre los parámetros acústicos de las salas.

## 5. Evaluación del nivel de adquisición de las competencias

La evaluación se realiza para cada una de las tres actividades que constituyen la asignatura: clases de teoría, laboratorios y seminarios. Siendo:

T: La evaluación de la teoría por medio de un examen final escrito

L: La evaluación de los laboratorios con la entrega de prácticas

S: La evaluación de los seminarios por medio de un examen escrito junto con la evaluación de la teoría

La nota final se obtiene calculando la media ponderada de la siguiente forma:

$$\text{Nota final} = 0,5T + 0,3L + 0,2S$$

Al final de la asignatura se realizará un examen final donde se evaluarán todas las competencias desarrolladas a lo largo de la asignatura. Esta evaluación es obligatoria y constituye la evaluación de la parte teórica y de los seminarios.

## 6. Bibliografía y recursos didácticos

### 6.1 Bibliografía básica

CARRIÓN, A. "Diseño acústico de espacios arquitectónicos", Ediciones UPC, 2ª edición, 2006. ISBN 8483012529

KUTRUFF, H. "Room Acoustics" fifth edition, Spon Press 2009, ISBN 0-203-87637-7

ALTON EVEREST, F., "Master Handbook of Acoustics", McGraw-Hill. Fourth Edition, ISBN: 0 07 136097 2

### 6.2 Bibliografía complementaria

BALLOU, G. "Handbook for Sound Engineers", Focal Press, 3ª edición, 2002. ISBN 0 240 80454 6

BERANEK, L. "Concert Halls and Opera Houses". Springer-Verlag New York, Inc. Second Edition ISBN: 0 387 95524 0

DAVIS, D. & PATRONIS, E. "Sound System Engineering". Focal Press. Third Edition ISBN 13: 978 0 240 80830 7

LONG, M. "Architectural Acoustics", Elsevier Academic Press, 2006. ISBN 0 12 455551 9

KINSLER, L. "Fundamentos de acústica", Ed. Limusa, 1ª edición, 1988. ISBN 978 9 68 182026 8

BARRON, M. "Auditorium acoustics and architectural design", E & FN Spon, 1993. ISBN 0 419 17710 8

RECUERO, M. "Acústica Arquitectónica Aplicada", Paraninfo, 1999. ISBN 978 8 42 832571 4

### 6.3 Recursos didácticos

El material docente de la asignatura disponible en el Aula Global

Recursos y artículos en la web sobre temas específicos tratados en las clases, disponibles a través de Aula Global

## 7. Metodología

El proceso habitual de aprendizaje empieza con una sesión de teoría donde se presentan algunos fundamentos teórico-prácticos. El estudiante habrá de complementar esta actividad con una lectura detenida de sus propios apuntes y el material adicional que se haya proporcionado.

En las sesiones de seminario y laboratorio tendremos una explicación previa de las características y aspectos teóricos de la instrumentación, utilización de ésta y mediciones en ambientes.

## 8. Programación de actividades

Las sesiones de teoría, seminario y prácticas se organizan según lo especificado en la tabla siguiente:

	Lunes 14.30-16.30	Martes 16.30-18.30	Jueves 18.30-20.30
<b>1</b> 9 - 13 abr	<b>FESTIVO</b>	<b>Seminario 1A</b> Sonometría	<b>Teoría 1</b> Principios básicos acústica y psicoacústica
<b>2</b> 16 - 20 abr	<b>Teoría 2</b> El sonido en los recintos 1	<b>Seminario 1B</b> Sonometría	<b>Seminario 2A</b> Respuesta impulsional
<b>3</b> 23 - 27 abr	<b>FESTIVO</b>	<b>Seminario 2B</b> Respuesta impulsional	<b>Teoría 3</b> El sonido en los recintos 2
<b>4</b> 30 abr-4 mayo	<b>Seminario 3A</b> Audition	<b>FESTIVO</b>	<b>Seminario 3B</b> Audition
<b>5</b> 7 - 11 mayo	<b>Teoría 4</b> El sonido en los recintos 3	<b>Seminario 4B</b> Respuesta impulsional	<b>Practica 1A</b> Medidas: Sala Polivalente

<b>6</b> 14 - 18 mayo	<b>Teoría 5</b> El sonido en los recintos 4	<b>Seminario 4A</b> Respuesta impulsional	<b>Practica 1B</b> Medidas: Auditorio
<b>7</b> 21 - 25 mayo	<b>Teoría 6</b> Aislamiento acústico	<b>Practica 2B</b> Análisis de las medidas	<b>Practica 2A</b> Análisis de las medidas
<b>8</b> 28 maig- 1 jun	<b>FESTIVO</b>	<b>Practica 3A</b> Medidas: Auditorio	<b>Practica 3B</b> Medidas: Sala Polivalente
<b>9</b> 4 - 8 jun	<b>Teoría 7</b> Diseño acústico espacios comunitarios: salas conferencia, aulas...	<b>Practica 4B</b> Análisis de las medidas	<b>Practica 4A</b> Análisis de las medidas
<b>10</b> 11 -15 jun	<b>Teoría 8</b> Diseño acústico teatros y salas de concierto	<b>Seminario 5A</b> Sesión de preguntas y ejercicios	<b>Seminario 5B</b> Sesión de preguntas y ejercicios
<b>11</b> 18 -22 jun	<b>Teoría 9</b> Programas de diseño acústico de espacios		

- Listado de actividades (con plazo de entrega y evaluación)

Actividad	Fecha enunciado	Fecha entrega	Fecha de entrega de resultados
Análisis de medición, informe de prueba	Grupo A: 24/05/2012	Grupo A: 29/05/2012	Grupo A: 05/05/2012
	Grupo B: 22/05/2012	Grupo B: 31/05/2012	Grupo B: 07/06/2012
Análisis de medición, informe para evaluación final	Grupo A: 07/06/2012	Grupo A: A definir	Grupo A: A definir
	Grupo B: 05/06/2012	Grupo B: A definir	Grupo B: a definir