



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000150 - Laboratorio de Imagenes Biomedicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

09IB - Grado En Ingenieria Biomedica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer 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.....	7
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000150 - Laboratorio de Imagenes Biomedicas
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09IB - Grado En Ingenieria Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ignacio Oropesa Garcia	D-213	i.oropesa@upm.es	J - 10:00 - 11:00 Para acudir a tutoría ha de solicitarse previamente por correo electrónico

Patricia Sanchez Gonzalez (Coordinador/a)	D-213	p.sanchez@upm.es	L - 10:00 - 11:00 Para concertar una tutoría es necesario solicitarla previamente por correo electrónico
--	-------	------------------	---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Seiffert , Alexander Peter	ap.seiffert@upm.es	Sanchez Gonzalez, Patricia

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Imagenes Biomedicas

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

- El alumno debe tener experiencia en MATLAB o adquirirla durante al inicio del curso.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE12 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.

CE42 - Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.

CE43 - Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.

CG1 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de

forma autónoma y con confianza.

CG11 - Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.

CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA463 - Comprender la naturaleza de las distintas imágenes biomédicas para seleccionar las técnicas de procesamiento adecuadas.

RA466 - Desarrollar la capacidad de realizar un trabajo en equipo, en la planificación del trabajo común, la búsqueda de fuentes de información y la presentación de resultados

RA464 - Implementar en MATLAB algoritmos para solucionar problemas relacionados con imágenes y vídeos biomédicos

RA465 - Aplicar técnicas avanzadas en procesamiento de imágenes para la resolución de problemas de imagen biomédica.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura está orientada a que los alumnos conozcan y apliquen los principales métodos de procesamiento de imagen médica haciendo uso de MATLAB. La estructura de la asignatura se establece en 5 prácticas guiadas:

- **Práctica 1: Introducción al entorno de trabajo MATLAB.** El objetivo de esta práctica es dar a conocer al alumno los principales métodos básicos de procesamiento y representación de imágenes biomédicas en MATLAB.
- **Práctica 2: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas - procesamiento global.** El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con métodos de procesamiento global de la imagen basados en el ajuste de histograma.
- **Práctica 3: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas - procesamiento local.** El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con métodos de procesamiento global de la imagen basados en la aplicación de máscaras de convolución.
- **Práctica 4: Operaciones morfológicas.** El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con los operadores morfológicos de erosión, dilatación, apertura y cierre, y sus aplicaciones sobre la imagen.

- **Práctica 5: Segmentación de imágenes biomédicas.** El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con algunas técnicas para la segmentación de objetos en la imagen

Al comienzo de cada sesión se llevarán a cabo cuestionarios gamificados para verificar que los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para la realización de la práctica

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Práctica 1: Introducción al entorno de trabajo MATLAB
  - 1.1. - Entorno de trabajo: Matlab - Tipos de imágenes - Lectura de imágenes médicas - Visualización de imágenes médicas - Imágenes por reconstrucción tomográfica
2. Práctica 2: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento global
  - 2.1. - Histograma: concepto, cálculo y filtrado - Aplicación en imágenes de TC: segmentación por histograma - Aumento de contraste lineal y no-lineal - Ecuilibración y ecualización adaptativa del histograma - Aplicación en imágenes de RM cerebral
3. Práctica 3: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento local
  - 3.1. - Conceptos de convolución y máscara - Suavizado de imágenes: media, gaussiano y mediana - Detección de bordes: filtro Sobel, Roberts y zerocross - Realce de la imagen: filtro laplaciano - Aplicación en imágenes de retinografía
4. Práctica 4: Operaciones morfológicas
  - 4.1. - Elementos estructurantes - Erosión y dilatación - Apertura y cierre - Filtros por reconstrucción - Aplicación práctica
5. Práctica 5: Segmentación de imágenes biomédicas
  - 5.1. - Segmentación por umbral: aplicación en imagen de microscopía - Umbrales múltiples - Umbral adaptativo - Método de Otsu: aplicación a angiografía TC abdominal - Crecimiento de regiones: aplicación a RM cerebral

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción de la asignatura</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2		<b>Práctica 1: Introducción al entorno de trabajo</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3		<b>Práctica 2: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento global</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4		<b>Práctica 2: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento global</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		<b>Práctica 3: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento local</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega práctica 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 10:00
6		<b>Práctica 3: Mejora e intensificación de imágenes biomédicas: procesamiento local</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		<b>Práctica 4: Operaciones morfológicas</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Práctica 3</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 10:00
8		<b>Práctica 4: Operaciones morfológicas</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		<b>Práctica 5: Segmentación de imágenes médicas</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Práctica 4</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 10:00

10		<b>Práctica 5: Segmentación de imágenes médicas</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		<b>Realización de trabajos en grupo</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Práctica 5</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 10:00
12		<b>Realización de trabajos en grupo</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo final</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 25:00
13			<b>Presentaciones trabajos en grupo</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
14			<b>Presentaciones trabajos en grupo</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas	
15				
16				
17				<b>Trabajo individual</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 25:00  <b>Entrega práctica 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 10:00  <b>Entrega Práctica 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 10:00  <b>Entrega Práctica 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 10:00  <b>Entrega Práctica 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 10:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.



## 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
5	Entrega práctica 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE43 CG15 CE42
7	Entrega Práctica 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
9	Entrega Práctica 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
11	Entrega Práctica 5	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
12	Trabajo final	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	25:00	20%	5 / 10	CE12 CE42 CE43 CG15 CG11 CG1

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Trabajo individual	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	25:00	20%	5 / 10	CE12 CE42 CE43 CG15 CG11 CG1

17	Entrega práctica 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
17	Entrega Práctica 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
17	Entrega Práctica 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
17	Entrega Práctica 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	20%	4 / 10	CE42 CE43 CG15

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Memorias Prácticas 2-5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	40:00	80%	4 / 10	CE42 CE43 CG15
Examen práctico	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CE12 CE42 CE43 CG15 CG11 CG1

## 7.2. Criterios de evaluación

### Disposiciones generales

*Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través de la plataforma de tele-enseñanza Moodle de la UPM al coordinador de la asignatura antes de que transcurran tres semanas desde el inicio de la asignatura.*

*La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.*

*La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.*

- La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

- Todas las entregas y prácticas que se realicen deben ser fruto del trabajo personal del alumno, aunque se fomentará la discusión y el trabajo en grupo para ayudar a entender mejor los problemas que se intentan resolver. La copia de entregas supondrá el suspenso de la asignatura de forma automática, tanto para quien copia como para quien se deja copiar.

### Normativa de evaluación continua

- El alumno deberá entregar en plazo las 4 memorias correspondientes a las prácticas desarrolladas durante el curso. La entrega fuera de plazo será penalizada en la puntuación final con hasta 2/10 puntos.

- Los alumnos deberán obtener una puntuación media de 4/10 en el total de las prácticas de cara a aprobar la asignatura.

- Los alumnos deberán obtener una calificación mínima de 5/10 en la preparación y presentación de trabajos en grupo de cara a poder aprobar la asignatura.

- La asistencia a todas las prácticas es obligatoria en evaluación continua, salvo que el profesor encargado de dicha práctica diga lo contrario. El profesor podrá penalizar la calificación de dicha práctica con hasta 2/10 puntos en caso de incomparecencia no justificada del alumno .
- Los alumnos que suspendan en evaluación continua deberán recuperar la asignatura en la convocatoria extraordinaria.

### **Normativa de evaluación sólo prueba final**

- En evaluación solo prueba final, los alumnos deberán entregar en plazo las memorias correspondientes a las prácticas evaluadas. Es responsabilidad del alumno realizar dichas prácticas por sus propios medios.
- El alumno deberá además realizar un trabajo final, que habrá de defender oralmente en la fecha reservada para la prueba final que se apruebe por Junta de Escuela.
- Los alumnos deberán obtener una puntuación media de 4/10 en el total de las prácticas de cara a aprobar la asignatura.
- Los alumnos deberán obtener una calificación mínima de 5/10 en la presentación del trabajo individual de cara a poder aprobar la asignatura.
- Los alumnos que suspendan en evaluación sólo prueba final deberán recuperar la asignatura en la convocatoria extraordinaria.

### **Normativa de evaluación convocatoria extraordinaria**

- La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.
- La evaluación consistirá en un 80% de la nota en las memorias de las prácticas. Aquellos alumnos que durante la convocatoria ordinaria no hubiesen entregado las memorias de las prácticas deberán hacerlo en esta convocatoria. Igualmente, los alumnos que habiendo entregado las prácticas en convocatoria ordinaria, deban concurrir a convocatoria extraordinaria, deberán entregar al menos todas aquellas prácticas en las cuales su calificación fuese inferior a 5.
- Los alumnos deberán obtener una puntuación media de 4/10 en el total de las prácticas de cara a aprobar la asignatura.

- Se realizará un examen final (20% ponderación) en los que los alumnos deberán defender sus prácticas y demostrar las competencias adquiridas en ellas. El examen podrá constar de una parte oral y otra escrita/práctica.
- Los alumnos deberán obtener una calificación mínima de 5/10 en el examen de cara a poder aprobar la asignatura.
- En caso de no aprobar en convocatoria extraordinaria, no se guardarán las calificaciones de las prácticas de un año académico a otro.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
R. C. Gonzalez, R. E. Woods. Digital Image Processing. Pearson Education. 2008	Bibliografía	
G. Dougherty. Digital Image Processing for Medical Applications. , Cambridge University Press. 2009	Bibliografía	
Insight into Images: Principles and Practice for Segmentation, Registration and Image Analysis, 1st Edition, Terry S. Yoo, 978-1568812175, 2004	Bibliografía	