



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I en Topografía, Geodesia
y Cartografía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

123000626 - Cartografía Mediante Sistemas Radar

PLAN DE ESTUDIOS

12AC - Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía

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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	123000626 - cartografía mediante sistemas radar
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	12AC - Master Universitario en Ingeniería Geodesica y Cartografía
Centro responsable de la titulación	12 - E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía
Curso académico	2020-21

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Francisco Prieto Morin	437	juanf.prieto@upm.es	M - 11:30 - 14:30 X - 09:30 - 12:30
Iñigo Molina Sanchez (Coordinador/a)	311	inigo.molina@upm.es	L - 12:30 - 14:30 L - 15:30 - 17:30 J - 11:30 - 13:30

* 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

- Teledetección Avanzada

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- electromagnetismo
- polarización de ondas
- estadística

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB7 - Que los estudiantes sepan 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

CE1 - Capacidad de diseño, elaboración, dirección y gestión de proyectos geomáticos científico-técnicos

CE11 - Capacidad de análisis, planificación, coordinación y dirección de proyectos de producción de información espectral, integrable, eficientemente, en sistemas estándares de gestión de información territorial

CE13 - Gestionar, divulgar y estructurar la información geográfica al más alto nivel, analizando las colecciones de datos, sus niveles de medida y su disposición por el territorio

CE15 - Capacidad de usar las tecnologías de análisis espacial y temporal de la información geográfica en distintos ámbitos (ambiental, geológico, hidrológico)

CE2 - Dominio, capacidad de razonamiento y aplicación práctica de conocimientos avanzados en temas de Geodesia y Geofísica, Fotogrametría y Teledetección y Topografía y Cartografía

CE21 - Contribuir desde la perspectiva geomática a los proyectos de ingeniería medioambiental

4.2. Resultados del aprendizaje

RA145 - Conocer las propiedades básicas de las cubiertas terrestres y la forma en que su naturaleza y estado intervienen en los datos obtenidos desde satélite.

RA144 - Conocer los principales modelos y procesos que intervienen en la extracción de información.

RA142 - Conocer los principios físicos que intervienen en los procesos de Teledetección y la forma en que condicionan la disponibilidad de los correspondientes datos.

RA307 - RA492 - Identificar los respectivos sensores y las características de sus datos.

RA308 - RA494 - Conocer el ámbito de aplicación de las materias de Fotogrametría y Teledetección.

RA143 - Conocer las principales metodologías de corrección de los datos para su procesamiento.

RA302 - RA488 - Conocer y diferenciar entre sistema activo y pasivo. Conocer el principio de formación de la imagen.

RA304 - RA489 - Conocer las técnicas de procesado de imágenes.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Formación teórica y aplicada, a nivel avanzado, en el conocimiento de los modelos de datos y procesos fundamentales aplicables en imágenes adquiridas por sistemas radar de Observación de La Tierra.

Conocimiento de los principios físicos que intervienen en los procesos de microondas y la forma en que condicionan la disponibilidad de los correspondientes datos.

Conocimiento de las propiedades básicas de las cubiertas terrestres y la forma en que su naturaleza y estado intervienen en los datos obtenidos desde sistemas radar de Observación de La Tierra.

Conocimiento de las principales metodologías de calibración radiométrica y corrección geométrica de los datos para su procesamiento. Conocimiento de los principales modelos y procesos que intervienen en la extracción de información.

Conocimiento de los procesos de Polarimetría SAR.

Conocimiento de los procesos de interferometría SAR, e interferometría diferencial para análisis de subsidencias.

Conocimiento de los modelos y metodologías para la extracción de variables físicas y biofísicas.

Conocimiento de formas, eficientes y estandarizadas, de transmitir los resultados a sistemas de análisis integrados de información geográfica.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción. La Ecuación Radar

1.1. Principio de los sistemas RAR y SLAR

1.2. Resoluciones en rango y acimut

1.3. La Ecuación Radar

2. Principios de la Formación de la Imagen SAR. Tipos y propiedades

2.1. Principio del Radar de Apertura Sintética (SAR). Convenciones en Observación Radar (bi?estática, mono?estática)

2.2. Formación de la imagen SAR

2.3. Formatos y tipos de imagen SAR (raw, SLC, MLC)

3. Polarimetría SAR

3.1. Leyes de Maxwell y Ecuación de Onda

3.2. Polarización. Elipse de Polarización. Tipos de Polarización

3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia

3.4. Teoremas de Descomposición. La de Descomposición de Cloude y Pottier

3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos

4. Interferometría SAR

4.1. Introducción a la Interferometría SAR. Tipos

4.2. El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR

4.3. El proceso DINSAR. Introducción a la Interferometría Diferencial SAR

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>1.1. Introducción. Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>1.2. Resoluciones en Rango y Acimut. Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>1.1. Introducción. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>1.2. Resoluciones en Rango y Acimut. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
2	<p>1.3. La Ecuación Radar. Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.1. Principio del Radar de Apertura Sintética (SAR). Convenciones en Observación Radar (biestática, monoestática) Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>1.3. La Ecuación Radar. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.1. Principio del Radar de Apertura Sintética (SAR). Convenciones en Observación Radar (biestática, monoestática) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
3	<p>2.2. Formación de la imagen SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>2.2. Formación de la imagen SAR Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
4	<p>2.2. Formación de la imagen SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>2.2. Formación de la imagen SAR Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
5	<p>2.3. Formatos y tipos de imágenes SAR (raw, SLC, MLK) Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>2.3. Formatos y tipos de imágenes SAR (raw, SLC, MLK) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar las unidades didácticas 1 y 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p>
6	<p>3.1. Leyes de Maxwell y Ecuación de Onda Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.2. Polarización. Elipse de Polarización. Tipos de Polarización Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>3.1. Leyes de Maxwell y Ecuación de Onda Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.2. Polarización. Elipse de Polarización. Tipos de Polarización Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
7	<p>3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>3.3. Matrices de Difusión. Matrices de Sinclair, Mueller y Kennaugh. El vector de Difusión, Bases de Pauli y Borgeaud. Matrices de Covarianza y Coherencia Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	

8	<p>3.4. Teoremas de Descomposición. La de Descomposición de Cloude y Pottier Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>3.4. Teoremas de Descomposición. La de Descomposición de Cloude y Pottier Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
9	<p>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos Duración: 00:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>3.5. Clasificación de datos SAR Polarimétricos Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p>
10	<p>4.1. Introducción a la interferometría SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>4.1. Introducción a la interferometría SAR Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
11	<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
12	<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
13	<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
14	<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
15	<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>4.2.El proceso INSAR. Interferometría mediante datos SAR Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
16	<p>4.3.El proceso DINSAR. Introducción a la Interferometría Diferencial SAR Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>4.3.El proceso DINSAR. Introducción a la Interferometría Diferencial SAR Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 10:00</p> <p>Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua</p>

			Presencial Duración: 01:00
17			<p>Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p> <p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 05:00</p> <p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 10:00</p> <p>Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar las unidades didácticas 1 y 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 05:00</p>

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
5	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar las unidades didácticas 1 y 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE2 CE13 CE21 CB7 CE11
9	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7
16	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	25%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7 CE15
16	Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CE13 CE21 CB7 CE15 CE11 CE2
17	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7 CE15

17	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	10:00	25%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7 CE15
17	Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar las unidades didácticas 1 y 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Realización de una prueba global de conocimiento de contenidos de repuestas largas y/o breves, al finalizar todo el temario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CE2 CE13 CE21 CB7 CE15 CE11
Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar las unidades didácticas 1 y 2 (no es presencial)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7
Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 3 (no es presencial)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	05:00	12.5%	5 / 10	CE13 CE21 CB7 CE11 CE2
Realización de una prueba de conocimiento. Trabajo individual al finalizar la unidad didáctica 4 (no es presencial)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	10:00	25%	5 / 10	CE11 CE2 CE13 CE21 CB7

7.2. Criterios de evaluación

Todas las actividades evaluables especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa) son de carácter obligatorio. La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el momento de la correspondiente prueba. Se realizarán pruebas objetivas y entregas de ejercicio. Las fechas y turnos concretos para la realización de los ejercicios con software específico se publicarán en el Aula Virtual o en la página web del grupo, en caso de existir.

La calificación del trabajo en grupo se realizará después de la exposición del mismo en base a la segunda entrega realizada y a la exposición del mismo. La primera entrega del trabajo podrá ser motivo de discusión/análisis durante las tutorías en grupo programadas.

En la convocatoria extraordinaria de Julio se realizará un único examen de toda la asignatura.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Correira A. H., da Costa Freitas C., Frery, A. C., Sant?Anna S. J. S. (1998). A User Friendly Statistical System for Polarimetric SAR Image Classification. Revista de Teledetección, Vol. 6, Nº 10, pg. 79?93	Bibliografía	

Elachi, C. (1987). Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. John Wiley & Sons. Nueva York. 413 p	Bibliografía	
Hecht E., Zajac A. (1988). Optica Addison?Wesley Iberoamericana España, S. A., pgs. 586	Bibliografía	
Manual of Remote Sensing, Third Edition, Vol. Nº 2. Henderson F. M. y Lewis A. J. (ed.).	Bibliografía	
Sabins, F.F. (1999). Remote Sensing, Principles and Interpretation. W. H. Freeman and Company, 494 p.	Bibliografía	
Ulaby F. T. (1998). SAR Biophysical Retrievals: Lessons Learned and Challenges to Overcome. Retrieval of Bio? and Geo?Physical Parameters from SAR Data for Land Applications Workshop. ESA?ESTEC, pgs. 8.	Bibliografía	
Van Zyl J.J. (1997). Overview of SAR Polarimetry and Interferometry. SPIEE proceedings. Vol. Nº 3120, pg. 16?27.	Bibliografía	
Earth Observation, Spaceborne Radar Imagery. European Space Agency (ESA). http://earth1.esrin.esa.it/applications/data_util/SARDOCS/spaceborne/Radar_Courses	Recursos web	
http://rscn.umn.edu/rscn/ISPRS/RSWebResources.htm	Recursos web	
http://unfccc.int/methods_science/redd/methodologies/remote_sensing/items/4540.php	Recursos web	

SNAP	Otros	SOFTWARE
IMÁGENES ERS	Otros	PAR INTERFEROMÉTRICO SAR BANDA C FOMATO SLC
IMAGEN ALOS-PALSAR QUADPOL	Otros	IMAGEN SAR BANDA L DE POLARIZACIÓN COMPLETA EN FORMATO SLC
IMAGEN RADARSAT2 QUADPOL	Otros	IMAGEN SAR BANDA C DE POLARIZACIÓN COMPLETA EN FORMATO SLC

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS13 y el ODS15