



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de
Sistemas Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

615000242 - Programacion Concurrente y Avanzada

PLAN DE ESTUDIOS

61IW - Grado En Ingeniería Del Software

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	14
8. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	615000242 - Programacion Concurrente y Avanzada
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	61IW - Grado En Ingeniería Del Software
Centro responsable de la titulación	61 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jorge Enrique Perez Martinez	4415	jorgeenrique.perez@upm.es	Sin horario.
Maria Isabel Muñoz Fernandez (Coordinador/a)	4412	isabel.munoz@upm.es	Sin horario.
Sergio Arevalo Viñuales	4413	sergio.arevalo@upm.es	Sin horario.

Pilar Manzano Garcia	4412	pilar.manzano@upm.es	Sin horario.
----------------------	------	----------------------	--------------

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CC14 - Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

CC8 - Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CT7 - Aprendizaje autónomo: El estudiante debe responsabilizarse de su propio aprendizaje, lo que le lleva a utilizar procesos cognitivos de forma estratégica y flexible, en función del objetivo de aprendizaje.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA316 - Explica la utilidad de la programación concurrente en los contextos de la programación paralela y los sistemas de tiempo real

RA315 - Utiliza los distintos modelos de paso de mensajes para resolver problemas de programación concurrente, eligiendo el más adecuado en cada situación

RA188 - Utiliza los monitores como herramienta de alto nivel para resolver problemas de programación concurrente

RA194 - Dado un objetivo de aprendizaje a corto plazo, identifica de forma autónoma los conocimientos y habilidades necesarios y establece un plan para lograrlo. El plan integra la selección de fuentes de información, métodos de búsqueda de la información oportuna y criterios para sintetizar la información recopilada

RA184 - Aplica las teorías y técnicas necesarias para desarrollar correctamente programas concurrentes

RA314 - Detecta situaciones de interbloqueo y aplica mecanismos para afrontar dichas situaciones

RA185 - Desarrolla aplicaciones que ejecutan hilos concurrentes usando distintas herramientas

RA186 - Identifica los algoritmos elementales para resolver los problemas básicos de la programación concurrente y las limitaciones de dichas soluciones para resolver problemas de mayor envergadura

RA187 - Utiliza los semáforos como herramienta de bajo nivel para resolver problemas de programación concurrente

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Se puede definir un "programa concurrente" como un conjunto de programas secuenciales que pueden ser ejecutados en paralelo (M. Ben-Ari). Este conjunto de programas secuenciales (o procesos) puede ser ejecutados en varios procesadores (paralelismo real) o en un solo procesador (seudoparalelismo). En cualquiera de los dos casos, en el momento en que exista una cooperación entre dos o más procesos o existan recursos compartidos aparece la necesidad de sincronizar adecuadamente dichos procesos concurrentes para conseguir los resultados esperados.

Esta asignatura está orientada a estudiar las herramientas necesarias para la sincronización y coordinación de procesos concurrentes, así como los entornos de programación que nos ofrecen dichas herramientas. Además se estudian las teorías y las técnicas adecuadas para resolver problemas basados en la concurrencia.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la programación concurrente
 - 1.1. Niveles del SW de un ordenador
 - 1.2. Lenguajes de programación
 - 1.3. Gestión de memoria en el sistema operativo
 - 1.4. Gestión de procesos en el sistema operativo
 - 1.5. Threads dentro de un proceso
 - 1.6. Aplicaciones concurrentes
2. Abstracción de la programación concurrente
 - 2.1. El papel de la abstracción
 - 2.2. Ejecución concurrente como entrelazado de sentencias atómicas
 - 2.3. Justificación de la abstracción
 - 2.4. Entrelazado arbitrario

- 2.5. Sentencias atómicas
- 2.6. Corrección
- 2.7. Justicia
- 2.8. Instrucciones de código máquina
- 2.9. Variables volátiles y no atómicas
- 3. El problema de la sección crítica
 - 3.1. Introducción y definición del problema
 - 3.2. Primer intento
 - 3.3. Prueba de corrección con diagramas de estado
 - 3.4. Otros intentos
 - 3.5. Algoritmo de Dekker
- 4. Semáforos
 - 4.1. Estados de un proceso
 - 4.2. Definición del tipo semáforo
 - 4.3. Problema de la sección crítica para dos procesos
 - 4.4. Invariantes de los semáforos
 - 4.5. Problema de la sección crítica para N procesos
 - 4.6. Problemas de orden de ejecución
 - 4.7. Problema del productor-consumidor
 - 4.8. Definiciones de semáforos
 - 4.9. Problema de la cena de los filósofos
- 5. Monitores
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Declaración y uso de monitores
 - 5.3. Variables de condición
 - 5.4. Problema del productor-consumidor
 - 5.5. Problema de la reanudación inmediata
 - 5.6. Problema del lector-escritor
 - 5.7. Problema de la cena de los filósofos

5.8. Monitores en Scala

6. Canales y mensajes

6.1. Modelos de comunicación

6.2. Canales

6.3. Interacción cliente-servidor

6.4. Canales y actores

7. Interbloqueos

7.1. Modelo del sistema

7.2. Caracterización de los interbloqueos

7.3. Métodos para el manejo de interbloqueos

7.4. Prevención de interbloqueos

7.5. Cómo evitar interbloqueos

7.6. Detección de interbloqueos

7.7. Recuperación de interbloqueos

8. Programación asíncrona con futuros

8.1. Futuros

8.2. Callbacks

8.3. Composición de futuros

9. Programación avanzada

9.1. Programación paralela

9.2. Programación distribuida

9.3. Memoria transaccional software

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p>Presentación. Tema 1. Introducción a la programación concurrente Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Introducción a la programación concurrente (II) (RA184, RA316) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 2. Abstracción de la PC (RA184) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 1 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
3	<p>Tema 3. El problema de la región crítica (RA184) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 2 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
4	<p>Tema 3. El problema de la región crítica (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 3 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
5	<p>Tema 4. Semáforos (I) (RA187, RA184) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 4 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
6	<p>Clases de teoría Tema 4. Semáforos (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 5 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
7	<p>Ejercicios (RA184, RA187) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 6 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>
8	<p>Tema 5. Monitores (RA184, RA188) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab 7 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Prueba de evaluación escrita de temas 1-4 (RA184, RA187, RA316) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p>Prueba de evaluación escrita de prácticas (RA184, RA185) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30</p> <p>Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05</p>

9	Tema 5. Monitores (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 8 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
10	Tema 6. Canales y paso de mensajes (RA184, RA186, RA314) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 9 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
11	Tema 7. Interbloqueos (RA184, RA315) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 10 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
12	Tema 7. Interbloqueos (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 11 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
13	Tema 8. Prog. Asíncrona con futuros (RA184, RA185) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 12 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
14	Tema 9. Programación avanzada (RA185) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 13 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Entrega de trabajo para evaluación de competencia transversal (CT7, RA194) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:00 Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
15	Ejercicios (RA184, RA187) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Lab 14 Duración: 01:55 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Prueba evaluación test prácticas EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:05
16				Prueba de evaluación escrita de temas 5-9 (RA184, RA186, RA188, RA315) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:30 Prueba de evaluación de prácticas (Todos los RA) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15 Examen final Teoría evaluación sólo prueba final (Todos los RA) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:30 Prueba de evaluación de competencia transversal (CT7, RA194) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:15 Examen de prácticas evaluación sólo prueba final (Todos los RA) EX: Técnica del tipo Examen Escrito

				Evaluación sólo prueba final Duración: 01:15
17				

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
3	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
4	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
5	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
6	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
7	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
8	Prueba de evaluación escrita de temas 1-4 (RA184, RA187, RA316)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	/ 10	CC14
8	Prueba de evaluación escrita de prácticas (RA184, RA185)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	10%	/ 10	CC8 CC14

8	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
9	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
10	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
11	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
12	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
13	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
14	Entrega de trabajo para evaluación de competencia transversal (CT7, RA194)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	%	/ 10	CT7
14	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.71%	/ 10	
15	Prueba evaluación test prácticas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:05	.77%	/ 10	
16	Prueba de evaluación escrita de temas 5-9 (RA184, RA186, RA188, RA315)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	/ 10	CC14
16	Prueba de evaluación de prácticas (Todos los RA)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	20%	/ 10	CC8 CC14
16	Prueba de evaluación de competencia transversal (CT7, RA194)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	10%	/ 10	CT7

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Entrega de trabajo para evaluación de competencia transversal (CT7, RA194)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	%	/ 10	CT7
16	Examen final Teoría evaluación sólo prueba final (Todos los RA)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	4 / 10	CC14
16	Prueba de evaluación de competencia transversal (CT7, RA194)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	10%	/ 10	CT7
16	Examen de prácticas evaluación sólo prueba final (Todos los RA)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	40%	4 / 10	CC8 CC14

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba de evaluación de competencia transversal (CT7, RA185)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	10%	/ 10	CT7
Examen final Teoría evaluación sólo prueba final (Todos los RA)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	4 / 10	CC14
Examen de prácticas evaluación sólo prueba final (Todos los RA)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	40%	4 / 10	CC8 CC14

6.2. Criterios de evaluación

Durante el curso, el alumno podrá optar a cursar la asignatura mediante evaluación continua o mediante solo prueba final. Si en ambos casos no supera la asignatura en la convocatoria de Junio, tendrá la opción de presentarse a la convocatoria extraordinaria de Julio. Para estas tres formas de evaluación se describen los algoritmos aplicados para el cálculo de la nota final. En los exámenes finales de las convocatorias de junio y julio el estudiante deberá demostrar las mismas capacidades que las exigidas en la evaluación continua, tanto en teoría y prácticas, así como la competencia transversal.

1. Nota final de junio (Por evaluación continua)

El estudiante que se acoja a la evaluación continua (**opción por omisión**) aprobará la asignatura durante el cuatrimestre si obtiene una nota final mayor o igual a 5 mediante las pruebas recogidas en dicha modalidad. Cuando la nota final sea inferior a 5, se guardarán para Julio aquellos bloques compensables. Si ambos están compensables, pero la nota final es inferior a 5, se deja al criterio del alumno examinarse del bloque o bloques que considere oportunos. La nota que se considerará para el cálculo de la nota final en un bloque siempre será la última obtenida en dicho bloque.

Aprobado := FALSE

Teoría := (primerParcialTeoría + segundoParcialTeoría) / 2

Prácticas := primerParcialPrácticas * 0,25 + segundoParcialPrácticas * 0,5 + TestsPrácticas * 0,25

NotaCT := Nota de test de la competencia transversal

TeoriaCompensada := (Teoría >= 4)

PrácticasCompensadas := (Prácticas >= 4)

IF TeoriaCompensada **AND** PrácticasCompensadas **THEN begin**

.....NotaFinal := Teoria * 0,5 + Prácticas * 0,4 + NotaCT * 0,1

.....Aprobado := (NotaFinal >= 5)

end

2. Nota Final de Junio (Por solo prueba final)

El estudiante que decida no seguir la evaluación continua deberá **solicitar dicha opción por escrito al coordinador** la asignatura **antes del 28 de febrero**. Se guardarán para la convocatoria de Julio los bloques compensables. Si ambos están compensables, pero la nota final es inferior a 5, se deja al criterio del alumno examinarse del bloque o bloques que considere oportunos. La nota que se considerará para el cálculo de la nota final en un bloque siempre será la última obtenida en dicho bloque.

Aprobado := FALSE

Teoría := (primerParcialTeoría + segundoParcialTeoría) / 2

Prácticas := primerParcialPrácticas * 0,3 + segundoParcialPrácticas * 0,7

NotaCT := Nota de test de la competencia transversal

TeoríaCompensada := (Teoría >= 4)

PrácticasCompensadas := (Prácticas >= 4)

IF TeoríaCompensada AND PrácticasCompensadas **THEN begin**

.....NotaFinal := Teoría * 0,5 + Prácticas * 0,4 + NotaCT * 0,1

.....Aprobado := (NotaFinal >= 5)

end

3. Nota final de julio:

El estudiante que opte por examinarse en la convocatoria extraordinaria de Julio no tendrá que examinarse del bloque de teoría o prácticas que tenga compensado. **NO se guarda para la convocatoria extraordinaria de Julio ninguna nota parcial de un bloque (teoría o prácticas) no compensando en Junio. En dicha situación, en la convocatoria de Julio habrá que examinarse de los contenidos del bloque completo. Para poder examinarse de la CT es necesario haber entregado la memoria en el plazo correspondiente en Junio.**

IF NOT TeoríaCompensada **THEN**

.....Teoría := ExamenTeoríaJulio

IF NOT PracticasCompensadas **THEN**

.....Prácticas := ExamenPrácticasJulio

IF (Teoría >= 4) **AND** (Prácticas >= 4) **THEN begin**

.....NotaFinal := 0,5 * Teoría + 0,4 * Practicas + 0,1 * NotaCT

.....Aprobado := (NotaFinal >= 5)

end

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Principles of Concurrent and Distributed Programming (2nd. Ed.)	Bibliografía	Ben-Ari (2006); Addison-Wesley. Este libro se utilizará para estudiar la mayor parte de los aspectos básicos de la programación concurrente.
Programación Concurrente 2 Ed	Recursos web	Jorge E. Pérez Martínez, 1990. Ed. Rueda.
Programming in Scala (3rd. Ed.)	Bibliografía	Odersky, Spoon, Venners, 2016; Ed. Artima. Libro para conceptos de programación en Scala.
Learning concurrent programming in Scala, second edition	Bibliografía	Prokopec, 2017; Ed. PACKT. Libro complementario para conceptos de programación concurrente en Scala

The art of multiprocessor programming	Bibliografía	Herlihy, Shavitt, 2012; Ed. Morgan-Kaufmann
Concurrent programming	Bibliografía	Raynal, 2013; Ed. Springer
Programación concurrente, segunda edición	Bibliografía	Pérez-Martínez, 1990; Ed. Rueda
Plataforma moodle de la asignatura	Recursos web	Moodle del portal de la UPM Virtual
Laboratorio de la ETSISI, con PCs, proyector y pizarra	Equipamiento	Se utilizará para la realización de prácticas.

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

FORMACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA TRANSVERSAL

Esta asignatura tiene asignada la competencia de aprendizaje autónomo. Las actividades para su evaluación consisten en realizar un trabajo relacionado con el contenido práctico de la asignatura. De acuerdo con los criterios establecidos por el profesor, el estudiante deberá localizar y seleccionar información adecuada, y describir los métodos de búsqueda de dicha información y los criterios utilizados para sintetizar la información recopilada. Como resultado, deberá elaborar un informe que contenga dicha información.

El peso de la competencia en la asignatura es del 10% y forma parte de la calificación de prácticas.

Con respecto a los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU (<https://bit.ly//2qk9f28>) esta asignatura utiliza plataformas y lenguajes de acceso gratuito que promueven la consecución del objetivo 10. Reducción de la brecha digital.