



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001503 - Complejidad Y Redes: Negocios En Un Mundo Intercon

PLAN DE ESTUDIOS

05BD - Master Universitario En Ingenieria De La Organizacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001503 - Complejidad y Redes: Negocios en un Mundo Intercon
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BD - Master Universitario en Ingeniería de la Organización
Centro responsable de la titulación	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Pereda Garcia (Coordinador/a)	11, UD Org Prod	maria.pereda@upm.es	Sin horario. The schedule for tutorial sessions will be announced at the beginning of the course on the Moodle platform. Requests for tutorial sessions must be submitted via the

			Moodle form at least 24 hours prior to the scheduled session.
--	--	--	---

* 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
Garcia-Castellano Gerboles, Carlos	carlos.gcastellano@upm.es	Pereda Garcia, Maria

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Organización no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos básicos de programación con Python 3 (ver apartado 9)
- Teoría de grafos: principales problemas de grafos y algoritmos utilizados para resolverlos

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - 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

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CE04 - Conocer las ciencias de la complejidad y las redes y sus efectos en sectores, industrias y modelos de negocio

CG02 - Analizar situaciones estructuradas y poco estructuradas de empresas y otras organizaciones, estableciendo diagnósticos apropiados, en particular, de carácter estratégico

CG04 - Comprender las relaciones entre la estrategia y el diseño de una organización, sus condiciones de funcionamiento y las características del entorno económico, político, normativo, social, tecnológico y medioambiental en que se desenvuelve

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

CT03 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

CT09 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

4.2. Resultados del aprendizaje

RA12 - Comprender y evaluar los efectos de la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todos los niveles de la organización

RA11 - Aplicar la ciencia de redes al modelado y análisis de realidades empresariales y económicas

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Friends, computers, and even the human brain are all examples of networks that pervade our daily lives. Network Science provides the conceptual and analytical tools to understand the complex patterns of connection, interaction, and interdependence observed in many real-world systems.

The recent growth in this field has been largely driven by the increasing availability of vast amounts of data, particularly data describing networks in social, technological, and biological contexts. One of the most significant findings is that real-world networks often display structural properties that differ markedly from those predicted by traditional random graph models. Contrary to the earlier assumption that most nodes in a network have a similar number of connections, empirical studies have shown that most nodes are sparsely connected, while a few highly connected nodes, known as hubs, play a central role in the structure and dynamics of the system.

Students will acquire a solid understanding of the fundamental concepts and key ideas in Network Science, and will be introduced to essential tools for analysing and interpreting social and information networks.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Complex Systems and Network Science
2. Graph Theory
3. Centrality Measures
4. Random Graphs
5. Scale free networks
6. The Barabási-Albert Model
7. Community structure
8. Network robustness

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introduction to Complex Systems and Network Science Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Graph Theory Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Hands-on session Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Datacamp course: Introduction to Network Analysis in Python (optional learning activity) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00
3	Graph Theory Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Hands-on session Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Datacamp course: Intermediate to Network Analysis in Python (optional learning activity) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 04:00
4	Graph Theory Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	AA1. Graph Theory Duración: 00:20 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Centrality Measures. Introduction to Gephi. Duración: 01:40 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Assessment Activity (AA1): Graph theory exercises. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20
6	Centrality Measures. Introduction to Gephi. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Hands-on session Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	Introduction to NetworkX. Random Graphs Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Assignment 1 (A1): Centrality exercises. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
8	Recommender systems Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			

9	<p>Random Graphs Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Scale-free networks and the Barabási-Albert model Duración: 00:40 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Assessment Activity (AA2): Theory and exercises. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>AA2: Theory and exercises Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Assignment 2 (A2): Network analysis exercises with Python. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p>
11	<p>Community structure Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Network robustness Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Hands-on session Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>AA3: Theory and exercises Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Assignment 3 (A3): Network analysis exercises. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00</p> <p>Assessment Activity 3 (AA3): Theory Test and exercises. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
14	<p>Presentation of assignments A4 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Assignment 4 (A4): Assignment with an in-class oral presentation on applications of network science. This is a mandatory activity ("no recuperable") and cannot be resat. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00</p>
15				
16				
17				<p>Global Test: Assessment of all course contents, both theoretical and practical, using Gephi and Python. ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Datacamp course: Introduction to Network Analysis in Python (optional learning activity)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	0%	0 / 10	
3	Datacamp course: Intermediate to Network Analysis in Python (optional learning activity)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	0%	0 / 10	
5	Assessment Activity (AA1): Graph theory exercises.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:20	10%	0 / 10	CB06 CT01 CT09 CT10 CT11 CE04
7	Assignment 1 (A1): Centrality exercises.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB06 CB07 CG02 CT01 CT03 CT08 CT09 CT10 CT11 CE04
9	Assessment Activity (AA2): Theory and exercises.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	25%	0 / 10	CB07 CB10 CG04 CT01 CT09 CT10 CE04
10	Assignment 2 (A2): Network analysis exercises with Python.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB06 CB07 CB10 CG02 CG04 CT01 CT03 CT08

							CT09 CT10 CT11 CE04
13	Assignment 3 (A3): Network analysis exercises.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB06 CB07 CB10 CG02 CG04 CT01 CT03 CT08 CT09 CT10 CT11 CE04
13	Assessment Activity 3 (AA3): Theory Test and exercises.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CB06 CB07 CB10 CG02 CG04 CT01 CT03 CT08 CT09 CT10 CT11 CE04
14	Assignment 4 (A4): Assignment with an in-class oral presentation on applications of network science. This is a mandatory activity ("no recuperable") and cannot be resat.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB10 CT08 CT09 CT10 CE04

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Assignment 4 (A4): Assignment with an in-class oral presentation on applications of network science. This is a mandatory activity ("no recuperable") and cannot be resat.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	0 / 10	CB10 CT08 CT09 CT10 CE04
17	Global Test: Assessment of all course contents, both theoretical and practical, using Gephi and Python.	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	02:00	90%	0 / 10	CB06 CB07 CB10 CG02 CG04 CT01 CT03 CT08 CT09 CT10 CT11

CE04

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Resit Examination (Convocatoria extraordinaria): Assessment of all course contents, both theoretical and practical, using Gephi and Python.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	90%	0 / 10	CB06 CB07 CB10 CG02 CG04 CT01 CT03 CT08 CT09 CT10 CT11 CE04
Grade for Assignment 4 (A4), completed in groups, not subject to resit, obtained during continuous assessment and including an in-class presentation.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	10%	0 / 10	CB10 CT08 CT09 CT10 CE04

7.2. Criterios de evaluación

The assessment system will be the same for all students and will consist of a continuous assessment process combined with a final global test.

Continuous Assessment System:

This system is structured into two components: two intermediate assessment blocks and a final global test.

Intermediate Assessment Blocks:

Block 1

Comprises six intermediate assessment activities:

- **AA1. Assessment Activity 1:** Graph theory exercises. Computer-based test to be completed in class

during the session scheduled in the course calendar. The contents assessed in this test account for **10%** of the final grade.

- **Assignment 1 (A1):** Centrality exercises. An individual task to be completed outside the classroom and submitted via Moodle. This assignment accounts for **10%** of the final grade.
- **AA2. Assessment Activity 2:** Theory and exercises. Computer-based test to be completed in class during the scheduled session. It covers content taught up to the previous week. The assessed contents account for **25%** of the final grade.
- **Assignment 2 (A2):** Network analysis exercises with Python. A programming task in Python, completed in pairs outside the classroom, to be submitted via Moodle. This assignment accounts for **10%** of the final grade.
- **Assignment 3 (A3):** Network analysis exercises to be done using Python, completed outside the classroom and submitted via Moodle. This assignment accounts for **10%** of the final grade.
- **AA3. Assessment Activity 3:** Theory and exercises. Computer-based test to be completed in class during the scheduled session. It covers all the theoretical content of the course. Numerical exercises may be completed using Gephi and/or Python. This test accounts for **25%** of the final grade.

Block 2

Consists of a single mandatory, non-recoverable activity. The mark obtained in this block cannot be retaken during the final test or the resit examination.

- **Assignment 4 (A4):** Applied network science project, completed in groups. The projects will be presented in class during the final session. Attendance of all group members is required to receive a mark for this activity; students who do not participate in the presentation will receive a mark of zero for this assignment. This task accounts for **10%** of the final grade.

Failure to attend any assessment activity or to submit any required assignment will result in a grade of zero for the corresponding task.

If the weighted average of the continuous assessment (Block 1) is greater than or equal to 5, the student may pass the course without needing to sit the global test.

The DataCamp courses "Introduction to Network Analysis in Python" and "Intermediate Network Analysis in Python" are optional learning activities.

Global Test

All students are entitled to take the global test, regardless of the grades obtained during the continuous assessment. Part or all of the test may be conducted using a computer. It will assess all theoretical and practical course content, using the required software tools.

The final grade for the ordinary sitting will be calculated as follows:

- 10% from Block 2
- 90% from the higher mark between Block 1 (continuous assessment) and the global test.

A minimum final mark of 5 is required to pass the course in the ordinary sitting.

Resit Examination (Concocatoria extraordinaria)

Extraordinary Exam: Part or all of this exam may be conducted using a computer. It will assess all theoretical and practical course content, using the required software tools.

The final grade for the extraordinary sitting will be calculated as follows:

- 10% from Block 2
- 90% from the resit examination.

A minimum final mark of 5 is required to pass the course in the extraordinary sitting.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
A-L. Barabási, Network Science, 2015	Bibliografía	
M.E.J. Newman, Networks - An introduction, Oxford Univ Press, 2010.	Bibliografía	
Datacamp	Recursos web	Platform used for the completion of practical exercises.
Teaching and supplementary materials will be made available by the teaching team on the course's Moodle platform.	Bibliografía	
J. P. Mueller, L. Massaron: "Algorithms For Dummies". Wiley, 2017.	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Language

The course will be taught in English. All assessment tests and progressive evaluation exercises will be conducted in English.

Attendance

The course will be delivered in person; there is no option to complete the in-person assessment tests remotely.

Software

Assessment tests and activities, or parts thereof, will be conducted using a computer via the Moodle platform. The course will utilise the *NetworkX* Python library alongside *Gephi*, an open-source software tool.

Academic Misconduct

In computer-based examinations conducted in person, accessing the test from outside the classroom will be considered academic misconduct ("fraude académico") following the *Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de grado y máster universitario de la Universidad Politécnica de Madrid*, and Article 13 of said regulations will apply. This condition applies regardless of the platform used, whether Moodle or any other. Impersonation in any examination will also be treated as academic misconduct.

Communication

Students are expected to use the Moodle forum to ask questions related to the theoretical and practical content of the course. Tutorial sessions will be held during the time slots announced at the beginning of the course and must be requested at least 24 hours in advance.

Prerequisite Knowledge (Python)

Basic knowledge of Python (version 3) is required for this course. This includes: fundamentals, lists, dictionaries, packages, Numpy, Matplotlib, Pandas, logic and control flow, functions and their arguments, lambda functions,

iterators, list comprehensions, and generators.

To support this prerequisite learning, students are strongly encouraged to complete the following self-paced courses available on the DataCamp platform before the start of the course:

- Intro to Python for Data Science (4h)
- Intermediate Python for Data Science (4h)
- Python Data Science Toolbox (Part 1) (3h)
- Python Data Science Toolbox (Part 2) (4h)

The teaching staff also recommends completing the following courses during the term (see timeline for suggested weeks):

- Network Analysis in Python (Part 1)
- Network Analysis in Python (Part 2)

Sustainable Development Goals (SDGs)

The course supports the advancement of several Sustainable Development Goals, with a particular focus on SDG 9: Industry, Innovation and Infrastructure.