



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000152 - Estadística Aplicada A La Investigacion En Ingenieria**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario En Sistemas De Ingenieria Civil

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000152 - Estadística Aplicada a la Investigación en Ingeniería
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Angel Carlos Aparicio Mourelo (Coordinador/a)	TRANSyT	angel.aparicio@upm.es	X - 17:00 - 20:00 J - 17:00 - 20:00

\* 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

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

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

- Recomendable haber cursado la asignatura de estadística en los estudios de grado

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

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.

CG 5 - Uso de la lengua inglesa

CG9 - Gestión de la información

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA56 - Iniciar trabajos de investigación sobre diferentes aspectos de estas materias.

RA46 - Comunicar las conclusiones de sus análisis, así como las razones últimas de los mismos, a públicos especializados y no especializados.

RA138 - RA27 - Continuar aumentando sus conocimientos sobre estas materias de modo autónomo

RA27 - Continuar aumentando sus conocimientos sobre estas materias de modo autónomo

RA55 - Integrar los conocimientos de las distintas materias para formular juicios sobre situaciones complejas que incluyan varios puntos de vista sobre el problema, así como incluir reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas de la aplicación de estos conocimientos

RA53 - Comunicar las conclusiones de sus análisis, así como las razones últimas de los mismos, a públicos

especializados y no especializados.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura proporciona conocimientos en econometría para permitir a los alumnos analizar las relaciones entre las diferentes variables que intervienen en un sistema de ingeniería civil y establecer sus propios modelos de análisis. El alumno aprende a describir estadísticamente las características de una población, a aplicar correctamente modelos de regresión lineal y analizar con ellos la asociación entre variables aleatorias, a interpretar correctamente los supuestos de los distintos modelos econométricos en problemas prácticos, a analizar con rigor las conclusiones de estudios relacionados con las infraestructuras y el territorio basados en métodos econométricos. Como herramientas, el alumno aprende a utilizar correctamente Excel y algún programa estadístico especializado (SPSS, STATS, etc).

#### **Tema 1. Fundamentos: Estadística descriptiva e inferencia estadística**

- 1.1. Conceptos generales
- 1.2. Variables aleatorias y sus distribuciones de probabilidad
- 1.3. Características de las distribuciones de probabilidad
- 1.4. Características de las distribuciones conjuntas y condicionadas
- 1.5. La distribución normal y otras distribuciones relacionadas
- 1.6 Poblaciones, parámetros y muestreo aleatorio
- 1.7. Métodos de estimación de los parámetros
- 1.8. Estimación de un intervalo de confianza para la media poblacional
- 1.9. Contraste de hipótesis: caso de una muestra
- 1.10. Contraste de hipótesis: caso de dos muestras
- 1.11. Análisis de varianza (ANOVA)
- 1.12. Chi- cuadrado

#### **Tema 2. Análisis de regresión con datos de corte transversal**

- 2.1. Medida de la asociación entre variables aleatorias
- 2.2. La estructura de los datos
- 2.3. La causalidad y la noción de ceteris paribus
- 2.4. El modelo de regresión simple

#### **Tema 3. Análisis de regresión múltiple (1)**

- 3.1. Justificación de la regresión múltiple
- 3.2. Cálculo de los parámetros de la regresión: Estimadores MCO

- 3.3. Propiedades estadísticas: El valor esperado de los estimadores MCO
- 3.4. Propiedades estadísticas: La varianza de los estimadores MCO
- 3.5. Eficiencia del estimador MCO: Teorema de Gauss-Markov
- 3.6. Inferencia. Distribuciones muestrales de los estimadores MCO
- 3.7. Contraste de hipótesis de un único parámetro poblacional (contraste t)
- 3.8. Intervalos de confianza
- 3.9. Contraste de hipótesis acerca de una combinación lineal de los parámetros
- 3.10. Contraste de restricciones lineales múltiples: el contraste F
- 3.11. Propiedades asintóticas del estimador MCO
- 3.12. Cuestiones adicionales

#### **Tema 4. Análisis de regresión múltiple (2)**

- 4.1. Regresión múltiples con variables binarias o ficticias
- 4.2. Variable dependiente binaria: el modelo lineal de probabilidad
- 4.3. Heteroscedasticidad: consecuencias para el estimador MCO.
- 4.4. Contrastes de heteroscedasticidad
- 4.5. Estimación de mínimos cuadrados ponderados
- 4.6. Mala especificación funcional
- 4.7. Uso de variables proxy
- 4.8. Problemas de datos: errores de medida, datos incompletos, muestras

#### **Tema 5. Análisis de regresión con datos de series temporales**

- 5.1. Los datos de series temporales
- 5.2. Propiedades del estimador MCO en muestras finitas, bajo los supuestos clásicos
- 5.3. Formas funcionales, variables ficticias y números índices
- 5.4. Tendencias y estacionalidad
- 5.5. Series temporales estacionarias y débilmente dependientes
- 5.6. Propiedades asintóticas de los estimadores MCO.
- 5.7. Series temporales altamente persistentes
- 5.8. Modelos dinámicamente completos y ausencia de autocorrelación.
- 5.9. El supuesto de homoscedasticidad en modelos de series temporales
- 5.10. Propiedades del estimador MCO con errores autocorrelacionados
- 5.11. Contrastes de autocorrelación
- 5.12. Solución a la autocorrelación con regresores estrictamente exógenos

#### **Tema 6. Análisis de regresión con datos de panel**

- 6.1. Datos fusionados de secciones cruzadas independientes a lo largo del tiempo
- 6.2. Análisis de datos de panel de dos periodos
- 6.3. Análisis de efectos de medidas políticas con datos de panel de dos periodos
- 6.4. Métodos avanzados: El estimador de efectos fijos y el estimador de efectos aleatorios

#### **Tema 7. Modelos de variables dependientes limitadas**

- 7.1. Modelos logit y probit para respuestas binarias
- 7.2. Las respuestas de ?solución de esquina? y el modelo Tobit
- 7.3. El modelo de regresión de Poisson

## 5.2. Temario de la asignatura

- 1. Fundamentos: Estadística descriptiva e inferencia estadística
- 2. Análisis de regresión con datos de corte transversal
- 3. Análisis de regresión múltiple (1)
- 4. Análisis de regresión múltiple (2)
- 5. Análisis de regresión con datos de series temporales
- 6. Análisis de regresión con datos de panel
- 7. Modelos de variables dependientes limitadas

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
2	<b>Tema 1</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
3	<b>Tema 2</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Entrega de ejercicios del tema 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15  <b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15
4	<b>Tema 3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Entrega de ejercicios del tema 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15  <b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15
5	<b>Tema 4</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Entrega de ejercicios del tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15  <b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15



6		<p><b>Temas 3 y 4: Prácticas con SPSS u otro programa</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de ejercicios del tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
7	<p><b>Tema 5</b> Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
8	<p><b>Tema 5</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 5</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
9		<p><b>Tema 5: Prácticas con SPSS u otro programa</b> Duración: 02:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de ejercicios del tema 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
10	<p><b>Tema 6</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
11	<p><b>Tema 7</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Entrega de ejercicios del tema 6</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
12		<p><b>Temas 6 y 7: Prácticas con SPSS u otro programa</b> Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Entrega de ejercicios del tema 7</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
13		<p><b>Utilización de SPSS (u otro programa) en un caso real de investigación</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14		<p><b>Utilización de SPSS (u otro programa) en un caso real de investigación</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

15				
16				<b>Examen evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 03:00

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CB10 CG 5
2	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CB10 CG 5
3	Entrega de ejercicios del tema 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	CB10 CG9
3	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
4	Entrega de ejercicios del tema 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	
4	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
5	Entrega de ejercicios del tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	
5	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
6	Entrega de ejercicios del tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	
6	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	

7	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
8	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
9	Entrega de ejercicios del tema 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	
10	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
11	Entrega de ejercicios del tema 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	1.43%	5 / 10	
11	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	1%	5 / 10	
12	Entrega de ejercicios del tema 7	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1.43%	5 / 10	
16	Examen evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB10 CG 5 CG9

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	100%	5 / 10	CB10 CG 5 CG9

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación continua

Nota aclaratoria: La participación en clase y el control al final de cada bloque temático suman cada una un punto a la nota obtenida en el examen final. Por ello, la suma de pesos es superior a 100%.

#### **Participación en clase (PE1) 10%**

**Descripción:** Se evalúa la asistencia y participación activa en las clases, contestando a las cuestiones teóricas o ejercicios prácticos que se planteen durante su desarrollo. En el caso en que la clase deba desarrollarse en formato no presencial, estas cuestiones teóricas o ejercicios prácticos se plantearán a través de Skype Empresarial u otra plataforma similar.

**Criterios de calificación:** La asistencia y participación cada día se valorará como satisfactoria o no satisfactoria. Será necesaria al menos una valoración satisfactoria en el 70% de las clases para obtener la máxima calificación. Si no se alcanza, no se valorará este apartado.

**Momento y lugar:** El control de asistencia y las cuestiones de clase se realizará a lo largo de cada clase, tanto en formato presencial como no presencial.

#### **Control al final de bloques temáticos (PE2) 10%**

**Descripción:** Consiste en una serie de cuestiones teóricas o ejercicios prácticos, que deberán entregarse una semana después de la conclusión de cada una de las 7 lecciones del curso.

**Criterios de calificación:** Los ejercicios se valorarán cualitativamente (mal, regular, bien o muy bien). Se precisan obtener como máximo dos notas "regular" para obtener la máxima calificación en este apartado. Si no se alcanza esta condición, no se valorará este apartado.

**Momento y lugar:** Los ejercicios estarán disponibles en Moodle antes de la finalización de cada bloque temático, y las soluciones, escritas a mano, deberán entregarse en la clase siguiente o, si las clases se están realizando en formato no presencial, a través de Moodle.

#### **Examen final (PE3) 100%**

**Descripción:** Consiste en un examen con dos ejercicios, uno teórico y otro práctico. En el ejercicio teórico se propondrán tres bloques de cuestiones, de los que deberán contestarse solo dos. En el ejercicio práctico se propondrán tres problemas, de los que deberán resolverse solo dos. La duración será de entre 2 y 3 horas. En el ejercicio práctico podrán utilizarse las presentaciones de las 7 lecciones del curso.

**Criterios de calificación:** El examen se calificará de 0 a 10 haciendo la media aritmética de la calificación obtenida

en los ejercicios que forman el examen.

**Momento y lugar:** Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso en que el examen final deba realizarse en formato no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

### **Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua**

La calificación final será el resultado de sumar las calificaciones obtenidas en PE1, PE2 y PE3 multiplicados por sus pesos correspondientes (10%, 10% y 100%, respectivamente). La calificación máxima será de 10 puntos.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la convocatoria extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante "solo prueba final".

### **Mediante "sólo prueba final"**

**Descripción:** Será el mismo examen final completo que realizan los alumnos de evaluación continua.

**Criterios de calificación:** Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen (PE4) será la media aritmética de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

**Momento y lugar:** Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso en que el examen final deba realizarse en formato no presencial, los detalles operativos sobre los requisitos informáticos necesarios, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos y el modo como estos entregar sus respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

### **Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"**

La calificación final será la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Woolridge, J. (2006). Introducción a la econometría. Un enfoque moderno. Segunda Edición. Paraninfo	Bibliografía	Este es el manual de referencia que se seguirá a lo largo de todo el curso.
Lecciones en Moodle	Recursos web	Las presentaciones de los 7 temas, así como información complementaria (tablas estadísticas, etc) estarán disponibles en Moodle
Muruzábal, José Javier (2014). Elementos de estadística aplicada: teoría de muestras e inferencia estadística. CICCOP.	Bibliografía	Este manual proporciona los conocimientos básicos para abordar la asignatura.
Peña, Daniel (2005) Análisis de series temporales. Madrid: Alianza Editorial	Bibliografía	Recomendado para los alumnos que deseen ampliar sus conocimientos sobre series temporales.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles): los ejercicios se centrarán en el análisis econométrico de las condiciones de movilidad y sus impactos económicos, sociales y ambientales.