

## Plan Docente de la asignatura

### Investigación Operativa II

---

#### I. Descripción y contextualización

<b>Identificación y características de la materia</b>				
<b>Denominación</b>	Investigación Operativa II			
<i>Curso y Titulación</i>	2º de la Diplomatura en Estadística			
<b>Profesor</b>	José Pablo Arias Nicolás			
<i>Área</i>	Estadística e Investigación Operativa			
<i>Departamento</i>	Matemáticas			
<i>Tipo y ctos. LRU</i>	Troncal		7.5 créditos LRU (3T+4.5P)	
<i>Coefficientes</i>	Practicidad: 4 (Medio-alto)		Agrupamiento: 4 (Medio-alto)	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo cuatrimestre		6.8 ECTS (170 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 25 %	Seminario-Lab.: 15 %	Tutoría ECTS: 5%	No presenciales: 55%
	42 horas	26 horas	8 horas	94 horas
<i>Descriptores (según BOE)</i>	Teoría de colas. Modelos de inventario. Modelos de reemplazamiento. Simulación			
<i>Tutorías complementarias</i>	Miércoles, de 10:30 a 13:30 y de 18:00 a 19:00 Jueves, de 10:30 a 12:30			

## II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>		<i>Vinculación</i>
Descripción		CET
1. Plantear correctamente un problema de líneas de espera a partir de un problema real		3, 24
2. Resolver problemas de líneas de espera o problemas de colas mediante ecuaciones de estado estable.		3, 23
3. Identificar los distintos tipos de líneas de espera y resolverlos		3, 23
4. Interpretar correctamente de los resultados obtenidos al aplicar los métodos de resolución de problemas		18, 20, 23
5. Plantear correctamente problemas de inventario a partir de un problema real		3, 24
6. Identificar los distintos tipos de problemas de inventario y resolverlos		3, 23
7. Plantear correctamente problemas de reemplazamiento a partir de un problema real		3, 24
8. Resolver problemas de reemplazamiento		3, 23
9. Plantear correctamente una simulación a partir de un problema real		3, 24
10. Generar distribuciones de probabilidad mediante modelos de simulación		3, 23

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>		<i>Vinculación</i>
Descripción		CET
11. Identificar la información relevante para solucionar un problema		10, 24
12. Identificar correctamente las relaciones existentes entre las variables de un problema		21, 24
13. Utilizar correcta y racionalmente el software sobre problemas de líneas de espera, inventarios y reemplazamiento.		11

### III. Contenidos

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>	
1. Teoría de Colas	1.1 Introducción a los sistemas de línea de espera: elementos, notación y objetivo. 1.2 Formulación de problemas 1.3 Resolución de sistemas de línea de espera. Condiciones de estado estable. 1.4 Medidas de efectividad. 1.5 Modelos de Markov. Modelo M/M/c 1.6 Modelo M/M/c/K. 1.7 Rechazos y abandonos. 1.8 Optimización en colas.
2. Modelos de inventarios	2.1 Introducción. Costes asociados a un modelo de inventarios. 2.2 Modelos determinísticos. 2.3 Modelos estocásticos: Modelo de un solo periodo (Newsboy problem). 2.4 Modelos de dos periodos.
3. Desgaste, mantenimiento y reemplazo de equipos.	3.1 Introducción. Costes asociados a un problema de reemplazo. 3.2 Modelos determinísticos: con y sin actualización de costes. 3.3 Modelos estocásticos.
4. Simulación	4.1 Introducción 4.2 Formulación de un modelo de simulación 4.3 Generación de variables

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	Procedencia
Sistemas de ecuaciones lineales	Rq	6	Álgebra Lineal
Sumas y series	Rq	2	Análisis Matemático I
Variables aleatorias discretas	Rq	5	Cálculo de Probabilidades
Representación gráfica de rectas y semiplanos	Rq	3	Análisis Matemático I
Nociones elementales de informática	Rq	2, 4, 5	Fundamentos de Informática
Generación de variables aleatorias	Rd	3	Simulación

## IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipo<sup>i</sup></i>		<i>D<sup>ii</sup></i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
1. Presentación de la asignatura	GG	T	1	1	Todos
2. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	1.1	1, 11, 12
3. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.1	1, 11, 12
4. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	1.2	1, 11, 12
5. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.2	1, 11, 12
6. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	1.3	1-2,4, 11-12
7. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	1.3	1-2,4, 11-12
8. Resolución de problemas en clase	GG	P	1	1.2, 1.3	1-2,4, 11-12
9. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	1.4	1-2,4, 11-12
10. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.4	1-2,4, 11-12
11. Resolución de problemas en clase	GG	P	1	1.4	1-2,4, 11-12
12. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	1.5	1-4, 11, 12
13. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.5	1-4, 11, 12
14. Realización de una práctica de ordenador sobre modelos de Markov (I)	S	P	2	1	1,3,4, 11-13
15. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	1	1,3,4, 11-13
16. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	1.6	1-4, 11, 12
17. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	1.6	1-4, 11, 12
18. Realización de una práctica de ordenador sobre modelos de Markov (II)	S	P	2	1	1,3,4, 11-13
19. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	1	1,3,4, 11-13
20. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	1.7	1-4, 11, 12
21. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.7	1-4, 11, 12
22. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	1.8	1-4, 11, 12
23. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	1.8	1-4, 11, 12
24. Realización de una práctica de ordenador sobre optimización en colas	S	P	3	1	1,3,4, 11-13
25. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	1	1,3,4, 11-13
26. Resolución de problemas en clase	GG	P	2	1	1-4, 11, 12
27. Estudio y resolución de problemas planteados por el profesor	NP	P	4	1	1-4, 11, 12
28. Resolución de los problemas planteados en clase	GG	P	1	1	1-4, 11, 12
29. Preparación y estudio de cuestiones teóricas y/o prácticas sobre el tema	NP	T/P	3	1	1-4, 11, 12
30. Resolución de las cuestiones y debate con los compañeros	Tut	T/P	1	1	1-4, 11, 12
31. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	2.1	5, 11, 12
32. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	2.1	5, 11, 12
33. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	2.2	4-6, 11, 12
34. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	2.2	4-6, 11, 12
35. Realización de una práctica de ordenador sobre problemas de inventarios(I)	S	P	2	2	4-6, 11-13
36. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	2	4-6, 11-13
37. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	2.3	4-6, 11, 12
38. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	2.3	4-6, 11, 12
39. Realización de una práctica de ordenador sobre problemas de inventarios (II)	S	P	2	2	4-6, 11-13
40. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	2	4-6, 11-13
41. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	2.4	4-6, 11, 12
42. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	2.4	4-6, 11, 12
43. Resolución de problemas en clase	GG	P	2	2	4-6, 11, 12
44. Estudio y resolución de problemas planteados por el profesor	NP	P	2	2	4-6, 11, 12
45. Resolución de los problemas planteados en clase	GG	P	1	2	4-6, 11, 12
46. Realización de una práctica de ordenador sobre problemas de inventarios (III)	S	P	2	2	4-6, 11-13
47. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	2	4-6, 11-13
48. Preparación y estudio de cuestiones teóricas y/o prácticas sobre el tema	NP	T/P	6	2	4-6, 11, 12
49. Resolución de las cuestiones y debate con los compañeros	Tut	T/P	2	2	4-6, 11, 12
50. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	3.1	7, 11, 12
51. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	3.1	7, 11, 12
52. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	3.2	4,7,8, 11, 12
53. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	3.2	4,7,8, 11, 12
54. Realización de una práctica de ordenador sobre problemas de reemplazo (I)	S	P	2	3	4,7,8, 11-13
55. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	3	4,7,8, 11, 12
56. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	2	3.3	4,7,8, 11, 12
57. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	3.3	4,7,8, 11, 12
58. Resolución de problemas en clase	GG	P	2	3	4,7,8, 11, 12
59. Estudio y resolución de problemas planteados por el profesor	NP	P	1	3	4,7,8, 11, 12
60. Resolución de los problemas planteados en clase	GG	P	1	3	4,7,8, 11, 12
61. Realización de una práctica de ordenador sobre problemas de reemplazo (II)	S	P	2	3	4,7,8, 11-13
62. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	3	4,7,8, 11, 12

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipo<sup>iii</sup></i>		<i>D<sup>iv</sup></i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
63. Preparación y estudio de cuestiones teóricas y/o prácticas sobre el tema	NP	T/P	6	3	4,7,8, 11, 12
64. Resolución de las cuestiones y debate con los compañeros	Tut	T/P	2	3	4,7,8, 11, 12
65. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	4.1	9, 11, 12
66. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	4.1	9, 11, 12
67. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	4.2	4, 9, 11, 12
68. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	4.2	4, 9, 11, 12
69. Explicación y ejemplificación en clase	GG	T	1	4.3	4, 9-12
70. Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	4.3	4, 9-12
71. Resolución de problemas en clase	GG	P	1	4	4, 9-12
72. Estudio y resolución de problemas planteados por el profesor	NP	P	1	4	4, 9-12
73. Resolución de los problemas planteados en clase	GG	P	1	4	4, 9-12
74. Realización de una práctica de ordenador sobre generación de variables (I)	S	P	2	4	4, 9-13
75. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	4	4, 9-13
76. Realización de una práctica de ordenador sobre generación de variables (II)	S	P	2	4	4, 9-13
77. Estudio de los contenidos explicados	NP	P	1	4	4, 9-13
78. Preparación y estudio de cuestiones teóricas y/o prácticas sobre el tema	NP	T/P	3	4	4, 9-12
79. Resolución de las cuestiones y debate con los compañeros	Tut	T/P	1	4	4, 9-12
80. Preparación de dudas y cuestiones de repaso	NP	T/P	3	Todos	Todos
81. Resolución y debate de dudas teórico-prácticas	Tut	T/P	2	Todos	1-12
82. Repaso de prácticas de ordenador	S	P	4	Todos	Todos
83. Estudio y preparación del examen final escrito	NP	T/P	20	Todos	1-12
84. Estudio y preparación del examen final de prácticas de ordenador	NP	P	10	Todos	Todos
85. Realización del examen final escrito	GG	CE	3	Todos	1-12
86. Realización del examen final de prácticas de ordenador	S	CE	1	Todos	Todos

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>			<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>	
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	20	3	-	3	12
	Teóricas (II y III)	20	26	25	26	13
	Prácticas (IV, V y VI)	20	13	8	13	7
	Subtotal	20	42	33	42	32
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	20	1	-	1	4
	Teóricas (II y III)	20	-	-	-	-
	Prácticas (IV, V y VI)	20	25	10	25	10
	Subtotal	20	26	10	26	14
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	5	-	-	-	8
	Teóricas (II y III)	5	4	11	20	8
	Prácticas (IV, V y VI)	5	4	10	20	8
	Subtotal	5	8	21	40	24
Tutoría comp. y preparación de ex. (VII)		1	-	30	-	15
Totales			76 ( 3,06 ECTS )	94 ( 3,74 ECTS )	108	85

## V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC'</i>
Descripción		
Demostrar la adquisición y comprensión de los principales conceptos de la asignatura	1-12	20 %
Resolver problemas aplicando los métodos adecuados e interpretando correctamente los resultados	1-12	50 %
Resolver problemas utilizando el software adecuado, e interpretar correctamente los resultados	Todos	20 %
Participar activamente en la resolución de los problemas planteados por el profesor, así como en las tutorías ECTS	1-12	10 % (N.R.)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Examen final escrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba con varios problemas y algunas cuestiones teóricas</li> </ul>	70 %
Examen final de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba con ordenadores para la resolución de varios problemas</li> </ul>	20 %
Comportamiento y actitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación continua del alumno en clase a lo largo del curso, analizando el trabajo y la dedicación del mismo</li> <li>• Evaluación del alumno en su asistencia a las tutorías ECTS</li> </ul>	10 % (N.R.)

## VI. Bibliografía

### *Bibliografía de apoyo seleccionada*

- Bronson, Richard. (1983) Teoría y Problemas de Investigación de Operaciones. Ed: McGraw-Hill, Serie Schaum.
- Chang, Yih-Long. (1989) Quantitative Systems for Business Plus. Ed: Prentice-Hill. Cohen, S.S. (1987) Operational Research. Ed: Edward Arnold.
- Ecker, Joseph. (1988) Introduction to Operations Research. Ed: John Wiley & Sons.
- Frech, Simon. (1986) Operational Research Tehniques. Ed: Arnold.
- Kaufmann, Arnold. (1979) Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones. Ed: C.E.C.S.A.
- Prawda, Juan. (1984) Métodos y modelos de investigación de Operaciones Volumen II. Ed: Limusa.
- Ravindran, A. (1987) Operations Research Principles and Practice. Ed: John Wiley & Sons.

---

i *Tipos de actividades*. GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

ii *D*. Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

iii *Tipos de actividades*. GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

iv *D*. Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

v *CC*. Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final).