



# Guía Docente. Escenarios 1, 2 y 3:

**PREVENCIÓN Y CONTROL INTEGRADO DE  
LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
CURSO 2021-2022**



**ESCENARIO 1. PRESENCIAL**

**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Prevención y control integrado de la contaminación industrial

**CARÁCTER:** Optativa

**MATERIA:** Campos de aplicación de la Ingeniería Química

**MÓDULO:** Ingeniería de Procesos y Producto

**TITULACIÓN:** Máster Universitario en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos

**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Segundo

**DEPARTAMENTO/S:** Ingeniería Química y de Materiales

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

Grupo Único	
Teoría Seminarario Tutoría	<b>Profesora:</b> MERCEDES OLIET PALÁ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química <b>Despacho:</b> QB544 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:moliet@ucm.es">moliet@ucm.es</a>
Teoría Seminarario Tutoría	<b>Profesora:</b> VIRGINIA ALONSO RUBIO <b>Departamento:</b> Ingeniería Química <b>Despacho:</b> QB534 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:valonso@ucm.es">valonso@ucm.es</a>
Teoría Seminarario Tutoría	<b>Profesor:</b> JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ TORIBIO <b>Departamento:</b> Ingeniería Química <b>Despacho:</b> QB533 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jucdomin@ucm.es">jucdomin@ucm.es</a>

**II.- OBJETIVOS**

**■ OBJETIVO GENERAL**

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos y habilidades técnicas básicas para la realización de cualquier estudio de minimización y control de la contaminación de origen industrial. Se parte de los conocimientos previos de los alumnos sobre operaciones básicas de la industria de procesos e ingeniería ambiental. Ello se complementa con la descripción de los tipos y orígenes de la contaminación causada por las industrias en sus procesos productivos y con la explicación de una serie de herramientas y metodologías necesarias para diagnosticar y realizar estudios de prevención de la contaminación en su punto de origen.



### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las herramientas y metodologías para la integración de la producción limpia y para el diagnóstico ambiental con el fin de abordar los problemas medioambientales particulares de cada proceso industrial.
- Conocer el entorno de la Directiva IPPC y las mejores técnicas disponibles de los distintos sectores industriales.
- Identificar el origen de los residuos generados (líquidos, sólidos y gaseosos) y los problemas ambientales asociados a cada proceso, así como las técnicas disponibles para su prevención y/o corrección.
- Localizar la información disponible sobre los procesos de producción propios de los principales sectores industriales e interpretar dicha información con vistas a la producción limpia y minimización de residuos.

## III.- CONOCIMIENTOS Y REQUISITOS PREVIOS

### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Los propios del Grado en Ingeniería Química. Conocimientos de Ingeniería de Procesos y de Ingeniería Ambiental.

### ■ RECOMENDACIONES:

## IV.- CONTENIDOS

### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Principios de diseño de procesos limpios. Estrategias para reducir el impacto de la contaminación industrial. Herramientas metodológicas para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema. Entorno de la normativa IPPC. Prevención y control integrado de la contaminación industrial. Aplicación a distintos sectores industriales.

### ■ PROGRAMA:

#### **Tema 1: Principios de diseño de procesos limpios.**

Procesos industriales sostenibles. Ingeniería verde. Prevención de la contaminación. Producción más limpia. Estrategias para la minimización de residuos industriales. Programa Responsible Care. Herramientas informáticas de apoyo: Simulink, WARGUI, EPISuite, Greenscope, Sustainpro, ENVOP, WebFire, Tanks, etc..

#### **Tema 2: Entorno de la Directiva IPPC.**

Directiva IPPC. Ley 16/2002 sobre la Prevención y el Control Integrado de la Contaminación. Directiva DEI. Autorización Ambiental Integrada (AAI), Valores límites de emisión (VLEs) y Mejores Técnicas Disponibles (MTDs). Documentos BREF. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes (PRTR).

#### **Tema 3: Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y Huella de carbono.**

Herramientas metodológicas para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema. Metodología y aplicaciones (ISO 14040 y PAS 2050). Herramientas informáticas para realizar ACV y para la medición de la HC: OpenLCA y SIMAPRO.



### **Tema 4: Contaminación en la industria de pasta y papel.**

Aspectos medioambientales. Fabricación. Medidas de producción limpia. Documento de referencia de las MTDs.

### **Tema 5: Aplicación al Sector Industrial del cemento.**

Niveles actuales de emisiones y consumo de energía y materias primas. Técnicas emergentes y en desuso de la industria del cemento.

### **Tema 6: Industria del Vidrio.**

Principales sustancias contaminantes en la industria del vidrio. Recomendaciones generales para el control de emisiones de sustancias contaminantes significativas al aire y al agua. Técnicas emergentes y sistemas de mejora.

### **Tema 7: Industria química inorgánica de gran volumen de producción.**

Amoníaco, ácidos y fertilizantes. Producción y problemas medioambientales. Niveles de emisión asociados a las MTDs en la producción de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , HF y NPK.

### **Tema 8: Industria química orgánica de gran volumen de producción.**

Economía y logística del sector de Compuestos Orgánicos de Gran Volumen de Producción (LVOC). Orígenes genéricos de las emisiones atmosféricas, al agua y de residuos, y su posible composición. Técnicas y niveles de emisiones/consumos que se consideran MTD genéricas para el sector de LVOC en su conjunto.

### **Tema 9: Refino del petróleo.**

MTDs para reducir emisiones de VOCs, óxidos de azufre y de nitrógeno, reducir la contaminación hídrica y aumentar la eficiencia energética. Técnicas emergentes.

### **Tema 10: Aplicación al Sector de fabricación de Polímeros.**

Procesos generales en la producción de polímeros. MTDs genéricas y específicas (polietileno, poliestireno, policloruro de vinilo, poliamidas, fibras de viscosa, etc). Técnicas emergentes.

### **Tema 11: Grandes instalaciones de combustión.**

MTDs en materia de almacenamiento y manejo de combustibles. Niveles de eficiencia térmica asociados con la aplicación de medidas de mejora en instalaciones de combustión. Reducción de emisiones de partículas en algunas instalaciones de combustión.

### **Tema 12: Sector de Alimentación.**

Aplicación al sector de Alimentación. Problemas medioambientales más significativos de las instalaciones de este sector. Procesos y técnicas aplicados en el sector. Niveles actuales de consumo y emisión. Técnicas integradas y técnicas de fin de proceso

### **Tema 13: Casos prácticos.**

Análisis de soluciones de minimización adoptadas en casos reales. Ejemplos de industrias que han adoptado medidas para la integración de una producción más limpia.



## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENERALES:

- **CG-2:** Concebir, proyectar, calcular y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
- **CG-4:** Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.
- **CG-6:** Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.
- **CG-10:** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
- **CG-11:** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE-2:** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, bioquímicas, electroquímicas y nucleares.
- **CE-3:** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.
- **CE-4:** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño.
- **CE-5:** Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química.



- **CE-6:** Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industrias, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos.
- **CE-8:** Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad, y gestión medioambiental.
- **CE-10:** Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad.
- **CE-11:** Dirigir y realizar la verificación, el control de instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

### ■ TRANSVERSALES:

- **CT-1:** Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
- **CT-2:** Trabajar en equipo fomentando el desarrollo de habilidades en las relaciones humanas.
- **CT-3:** Desarrollar sensibilidad y responsabilidad sobre temas energéticos, medioambientales y éticos.
- **CT-4:** Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en busca de la calidad y rigor científicos.
- **CT-7:** Gestionar información científica, bibliográfica y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.
- **CT-8:** Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares.
- **CT-10:** Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento y difusión de los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica.



## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	25	37,5	2,5
Seminarios	5	7,5	0,5
Tutorías y Trabajos dirigidos	4	21	1
Prácticas Aula informática	15	22,5	1,5
Preparación de trabajos y exámenes	3	9,5	0,5
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>98</b>	<b>6</b>

## VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, actividades prácticas en aula informática, tutorías programadas y trabajos dirigidos.

Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura. En el desarrollo de las clases de teoría se utilizará material audiovisual para una óptima comprensión de cada tema. Los esquemas, tablas, figuras y cualquier otro tipo de material y/o información necesaria se pondrán a disposición de los alumnos en soporte papel o informático utilizando principalmente el espacio del Campus Virtual.

Los **seminarios** consistirán en el desarrollo detallado de un conjunto de casos prácticos en los que se aplicarán los conocimientos adquiridos en las clases de teoría.

Las **tutorías programadas y trabajos dirigidos** se desarrollarán en grupos reducidos. Se introducirá al estudiante en la búsqueda bibliográfica específica y en la evaluación y discusión de artículos técnicos de actualidad relacionados con la prevención y control de la contaminación. Asimismo se propondrá la realización de un trabajo dirigido, en el que se tendrá que describir un proceso de la industria química real indicando los principales focos de contaminación y sus posibles soluciones de control y prevención de la misma. Se fomentará la formulación de cuestiones y la discusión abierta sobre el tema presentado.

Se desarrollarán **actividades prácticas** programadas en aula informática. Se mostrarán herramientas y programas informáticos que servirán de apoyo a los aspectos tratados en las clases teóricas y seminarios: Simulink, Simapro, openLCA, webFIRE, EPI, IRIS, TANKS, etc. Dependiendo de la coordinación del curso, se realizará alguna visita a una planta industrial.



Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

### VIII.- BIBLIOGRAFÍA

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura.

#### ■ BÁSICA:

- Claver Cortés, E; Molina Azorín, J.F.; Tarí Guilló J.J. Gestión de la Calidad y Gestión Medioambiental. Ediciones Pirámide, 2004.
- Doble, M y Kruthiventi, A.K. Green Chemistry and Proceses. Elsevier, 2007.
- Freeman, H.M. Manual de prevención de la contaminación industrial. Ed. McGraw-Hill, 1998.
- Kiely, G. Ingeniería Ambiental. Ed. McGraw-Hill, 1999.
- Murphy, R.M. Introducción a los procesos químicos. Principios, análisis y síntesis. Mc. Graw Hill, 2007.
- Rodríguez Jiménez, J.J. La ingeniería ambiental. Ed. Síntesis, 2002.

#### ■ COMPLEMENTARIA:

- Ruiz Amador, D y Zúñiga López, I. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. UNED, 2012.
- Análisis de ciclo de vida y huella de carbono. IHOBE, 2009.
- Documentos de referencia (BREF) de los distintos sectores estudiados.
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales y Energéticas en las empresas. Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, 2008.
- Industrial Waste Treatment Handbook. Woodard&Curran, Inc. Elsevier, 2006.
- Manual para la gestión de vertidos. Ministerio de Medio Ambiente. 2007.
- Manual de minimización de residuos y emisiones. Fundación Cerdá, 1992.
- Zaror Zaror, C.A. Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos. Universidad de Concepción (Chile), 2000.

Además de los textos recomendados en esta guía, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.

### IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada



uno de los aspectos recogidos a continuación. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

### ■ EXÁMENES ESCRITOS: 50%

Se realizarán ejercicios escritos que contribuirán en un 50 % a la nota. Estos ejercicios contemplarán cuestiones teóricas y prácticas relativas a la docencia impartida en las clases de teoría. Será necesario alcanzar una nota mínima de 5 para ponderar con el resto de actividades.

Con los ejercicios escritos se valorarán las competencias generales CG-2, CG-4, CG-6, y CG-10, las competencias específicas CE-2, CE-3, CE-4, CE-6, CE-8 y CE-10, y las competencias transversales CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.

En las convocatorias extraordinarias solo podrán presentarse aquellos alumnos que hayan participado y superado el resto de actividades de la asignatura, habiendo asistido a un mínimo del 70% de las actividades presenciales.

### ■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS): 30%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas se hará teniendo en cuenta:

- La destreza del alumno en la resolución de los ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en los seminarios (10%).
- Se evaluará la realización de un trabajo en grupo reducido, cuya dirección y seguimiento se hará en las tutorías, de asistencia obligatoria, y a las cuales serán citados los alumnos periódicamente a lo largo del cuatrimestre (20%).

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG-2, CG-4, CG-6, CG-10 y CG-11, de las competencias específicas CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-8 y CE-11, y de las competencias transversales CT-1, CT-2, CT-3, CT-4, CT-7, CT-8, y CT-10.

### ■ ACTIVIDADES PRÁCTICAS: 20%

La participación en las actividades prácticas será evaluada mediante ejercicios de aplicación directa de las herramientas informáticas utilizadas y explicadas en estas sesiones. Esta actividad reforzará los conocimientos adquiridos por el alumno, tanto en las clases presenciales de teoría y seminarios, como en las restantes actividades del curso, lo que redundará en el afianzamiento de todas las competencias generales, específicas y transversales.

### ■ ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:

Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales. La participación activa del alumno en todas las actividades docentes se valorará positivamente en la calificación final; podrá penalizarse la falta de asistencia reiterada a las clases (hasta 10%).

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del



examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de diez días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.



## PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>1. Principios de diseños limpios</b>	Teoría	1	1	1ª semana	1ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>2. Entorno de la Directiva IPPC</b>	Teoría	2	1	1ª semana	1ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>3. Análisis del Ciclo de Vida y Huella de carbono</b>	Teoría	2	1	2ª semana	2ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>4. Contaminación en la industrial de pasta y papel</b>	Teoría	2	1	3ª semana	3ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>5. Aplicación al sector industrial del cemento</b>	Teoría	2	1	4ª semana	4ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>6. Industria del vidrio</b>	Teoría	2	1	5ª semana	7ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>7. Industria química inorgánica de gran volumen de producción</b>	Teoría	2	1	8ª semana	8ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>8. Industria química orgánica de gran volumen de producción</b>	Teoría	3	1	9ª semana	10ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>9. Refino del petróleo</b>	Teoría	2	1	10ª semana	11ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>10. Aplicación al sector de fabricación de polímeros</b>	Teoría	3	1	11ª semana	13ª semana
	Seminario	-	-	-	-
<b>11. Grandes instalaciones de Combustión</b>	Teoría	2	1	14ª semana	15ª semana
	Seminario	-	-	-	-



TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>12. Sector de alimentación</b>	Teoría	2	-	15ª semana	15ª semana
	Seminario	-	1	4ª semana	15ª semana
<b>13. Casos prácticos</b>	Teoría	-	-	14ª semana	15ª semana
	Seminario	5	1	4ª semana	15ª semana
<b>TUTORÍAS Y PRÁCTICAS</b>					
<b>Tutorías</b>	Tutoría 1	1	3	2ª semana	2ª semana
	Tutoría 2	1	3	6ª semana	6ª semana
	Tutoría 3	1	3	10ª semana	10ª semana
	Tutoría 4	1	3	13ª semana	13ª semana
<b>Actividades Prácticas</b>	Sesiones prácticas en aula informática	15	2	Semanas 4-5-8	Semanas 14-15



## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Clases de teoría</b>	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, C-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Exposición de conceptos teóricos.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	25	37,5	62,5	70%
<b>Seminarios</b>	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, C-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Ampliación de los conceptos teóricos y resolución de casos prácticos.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos.	5	7,5	12,5	
<b>Tutorías programadas y trabajos dirigidos</b>	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10 y CG-11, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5, CE-6, CE-8, CE-11, CT-1, CT-2, CT-3, CT-4, CT-7, CT-8, CT-10	Propuesta de trabajos. Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno.	Elaboración y presentación del trabajo dirigido.	Valoración de la participación activa y del trabajo realizado por el grupo.	4	15	19	20%
<b>Actividades Prácticas</b>	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, C-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Explicación de la actividad. Dirección y supervisión de las actividades del alumno.	Atención y desarrollo de las actividades propuestas.	Calificación del cuestionario	15	20	35	10%
<b>Exámenes</b>	CG-2, CG-4, CG-6, CG-10, CE-2, CE-3, C-4, CE-6, CE-8 y CE-10, CT-1, CT-3, CT-4 y CT-8.	Elaboración, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización del examen.	Calificación del examen.	3	10	13	-

**P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación**



## ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

### VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría, seminarios, tutorías programadas y trabajos dirigidos** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.

El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.

Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Microsoft Teams disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.

- **Actividades prácticas programadas en aula informática.** Se llevarán a cabo en el aula informática siempre y cuando haya disponibilidad de este tipo de aulas y el número de estudiantes matriculado sea inferior a la capacidad máxima permitida en el aula manteniendo las distancias de seguridad establecidas. En el caso de no disponer de aulas informáticas con el aforo requerido, cada estudiante traerá su portátil con la batería cargada y la sesión se realizará en un aula normal reservada previamente con capacidad suficiente. Si no hay disponibilidad de aulas o el escenario sanitario no permite tener sesiones presenciales, se podrían hacer las prácticas en remoto con el profesor mediante sesiones de *Google Meet* o de *Microsoft Teams* en el CV como último recurso. Los programas libres necesarios para llevar a cabo las prácticas se alojarían en el CV y se indicaría a los estudiantes cómo instalar los programas licenciados por la UCM.
- **Tutorías Individuales**  
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.



- **Seguimiento del alumnado**

En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.

En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Microsoft Teams), el nombre de los asistentes (Google Meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

## **IX.- EVALUACIÓN**

La evaluación del trabajo personal y los exámenes se realizarán de la misma manera descrita en el escenario 1.



## ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

### VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría, seminarios, tutorías programadas y trabajos dirigidos** que serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido y (b), asíncronas.
  - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en los Escenarios 1 y 2, presentaciones PowerPoint acompañadas de grabaciones de voz donde se incluyen las explicaciones necesarias como si fuese una clase presencial, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Como en los escenarios anteriores, todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados serán las plataformas ya mencionadas en el Escenario 2: Teams disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams o Zoom.
- **Actividades prácticas** se realizarán en remoto con el profesor mediante sesiones síncronas de *Google Meet* o de *Microsoft Teams* en el CV. Los programas libres necesarios para llevar a cabo las prácticas se alojarían en el CV y se indicaría a los estudiantes cómo instalar los programas licenciados por la UCM.
- **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2.
- **Seguimiento del alumnado**  
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

### IX.- EVALUACIÓN

#### DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Exámenes:** se realizarán dos exámenes finales de manera virtual, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. Cada examen constará de dos partes claramente diferenciadas, correspondientes a la teoría impartida (clases teóricas) y a los casos prácticos planteados y resueltos (seminarios). Los exámenes se llevarán a cabo de acuerdo con las siguientes pautas:

#### 1) ANTES DEL EXAMEN:

*Conexión, Identificación y firma comportamiento ético.*

La identificación de los alumnos que realicen el examen deberá ser llevada a cabo



a través de:

- su acceso al Campus Virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado.
- envío de DNI, pasaporte, o carnet de estudiante UCM (escaneado o foto).
- imagen de video a través de Google Meet o Microsoft Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil).

La identificación debe realizarse antes del inicio del examen. Así, se les debe convocar con suficiente tiempo para que puedan acceder al campus virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado. También puede programarse una TAREA en el espacio del Campus virtual de la asignatura para que los estudiantes envíen una imagen escaneada o una foto de su carnet de estudiante UCM, del DNI, NIE o PASAPORTE junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético aceptando las normas a tener en cuenta respecto a la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos. El profesor incluirá en la tarea el texto del documento que tienen que escribir y firmar. El documento enviado por los estudiantes para la identificación se albergará en el Campus Virtual bajo la protección legal de la UCM y, transcurrido el plazo legalmente establecido, se procederá a su borrado permanente. Adicionalmente pueden realizarse comprobaciones telemáticas a lo largo del examen por parte del profesor mediante la cámara y en cualquier momento el profesor podrá requerir a cualquier estudiante que identifique su presencia mediante voz y vídeo.

En este periodo antes del examen el profesor recordará en qué va a consistir el examen y como pueden contactar los estudiantes si hay eventualidades: por correo electrónico o a través del chat de Moodle.

### **2) TIPO DE EXAMEN:**

Los profesores subirán con antelación suficiente al Campus Virtual de su asignatura, las instrucciones detalladas en las que se informe correctamente a los estudiantes del formato de examen a utilizar. Además, deberá indicar los recursos y material necesario, así como el tipo de identificación antes y durante el examen y cómo debe realizarse la entrega. Se recomienda llevar a cabo un Simulacro telemático, utilizando las mismas herramientas que en el examen final, en fecha anterior a la del examen, de carácter explicativo, a fin de que se puedan adelantar y solucionar distintos problemas técnicos que los alumnos puedan encontrar durante el desarrollo de la prueba. El propósito del simulacro es que los estudiantes comprendan y se familiaricen con la metodología con la que se realizará el examen y comprueben que todo funciona.

El examen virtual consistirá en un Cuestionario de preguntas multi-opción o de respuesta corta, utilizando las distintas herramientas que ofrece el Campus Virtual.

### **3) DURANTE EL EXAMEN: Seguimiento de la prueba**

El seguimiento de estudiantes durante la prueba se podrá efectuar tanto de forma sincrónica mediante conexión abierta de Microsoft Teams en Moodle o mediante Google Meet, así como de forma asincrónica, comprobando el correcto desarrollo



de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual. Google Meet dispone de dos extensiones que pueden resultar de utilidad y se instalan en el navegador con facilidad: Grid View (para poder ver un mosaico en pantalla con todos los que están conectados) y Meet Attendance (para obtener un Excel con la lista de asistentes). Los alumnos podrán dirigir al profesor sus dudas y preguntas durante la realización del examen por vía telemática utilizando el chat o el correo electrónico del Campus Virtual.

#### **4) REVISIÓN DE EXÁMENES NO PRESENCIAL**

Consistirá en revisiones síncronas previa solicitud razonada de los estudiantes, asignando un espacio de tiempo a cada uno; el estudiante tiene el derecho a revisar todas las evidencias que se hayan usado para decidir su calificación. Para ello, se creará la pertinente actividad en el Campus Virtual haciendo uso de Microsoft Teams o Google Meet compartiendo los documentos necesarios. Si ha sido necesaria la realización de alguna prueba oral a algún estudiante, se dispondrá de la correspondiente grabación. Las videoconferencias de las revisiones serán grabadas.

#### **5) DOCUMENTACIÓN/GRABACIÓN DE LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN PARA SU POSTERIOR VISUALIZACIÓN Y EVIDENCIA.**

Los exámenes y demás evidencias utilizadas para la evaluación se grabarán y almacenarán en el Campus Virtual, de manera que sean accesibles para todos los profesores de la asignatura. Dichas grabaciones no se podrán utilizar para fines distintos que la identificación de los estudiantes o el seguimiento de la realización de los exámenes. Las grabaciones realizadas durante la entrevista para la revisión de las calificaciones solicitada por un estudiante sólo podrán utilizarse para este fin. Todas las sesiones grabadas se mantendrán únicamente durante el tiempo previsto en la normativa académica para la conservación de las pruebas de evaluación y para futuras auditorías externas y serán almacenadas en los servidores de la UCM con las medidas de seguridad adecuadas, nunca en dispositivos privados.

- La evaluación del Trabajo personal, actividades dirigidas y actividades prácticas: se llevarán a cabo mediante entregas/tareas vía campus virtual y/o mediante los medios telemáticos comentados con anterioridad: Microsoft Teams disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams o Zoom.