

TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE MATERIALES

MÓDULO	MATERIA	TRIMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
4. Técnicas y procedimientos aplicados en Patrimonio Arquitectónico	4.1. Técnicas de análisis de materiales	1º	10	Obligatoria
PROFESOR(ES)	DIRECCIÓN DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
<ul style="list-style-type: none"> Carlos Rodríguez Navarro (CRN). Coordinador de la asignatura. Universidad de Granada Nicolás Velilla Sánchez (NV). Universidad de Granada Maria Ángeles García del Cura (MAG). CSIC-Universidad de Alicante David Benavente García (DB). Universidad de Alicante Francisco Javier Alonso Rodríguez (FJA). Universidad de Oviedo José Rodríguez Gordillo (JRG). Universidad de Granada Encarnación Ruiz Agudo (ERA). Universidad de Granada Inés Martín Sánchez (IM). Universidad de Granada 	Departamento de Mineralogía y Petrología, 2ª planta de Geológicas, Facultad de Ciencias. Despachos 23 (CRN), 15 (JRG), 16 (ERA). Correos electrónicos. CRN: carlosrn@ugr.es ERA: encaruiz@ugr.es NV: velilla@ugr.es JRG: gordillo@ugr.es IM: inesms@ugr.es DB: david.benavente@ua.es FJA: jalonso@geol.uniovi.es MAG: angedcura@ua.es			
	HORARIO DE TUTORÍAS Martes, miércoles y jueves de 11 a 13 horas (CRN); Lunes, miércoles y jueves de 10 a 12 horas (JRG); Lunes, Martes, Miércoles, Jueves y Viernes de 14 a 15 horas y Martes de 8 a 9 horas (ERA)			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE	GRADOS A LOS QUE SE OFERTA			
Ciencia y Tecnología en Patrimonio Arquitectónico	Geología, Arquitectura, Arquitectura Técnica, Ingeniería de la Edificación, Ingeniería Química, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Civil, Bellas Artes, Historia del Arte, Arqueología			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)				
<ul style="list-style-type: none"> No existen requisitos previos diferentes a los que se exigen para la matriculación en el Máster 				



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)

Técnicas de reconocimiento y estudio de la alteración de los materiales de construcción. Técnicas de documentación. Técnicas de análisis gráfico en el Patrimonio Arquitectónico. Metodología analítica de materiales. Técnicas de muestreo. Correlación entre: cantera (fábrica), laboratorio, monumento (edificio histórico). Métodos preventivos. Métodos físicos. Métodos químicos. Métodos biológicos. Caracterización de los materiales de los edificios: aspectos composicionales y texturales. Las anisotropías a diferentes escalas. Técnicas de estudio. Determinación de parámetros físico-mecánicos: ensayos y procedimientos de estudio. Correlación entre petrografía y propiedades físicas de los materiales: Petrofísica. Técnicas y procedimientos no destructivos aplicados a materiales y estructuras constructivas. El uso de ultrasonidos e infrarrojos. El color en el Patrimonio Arquitectónico. Tecnología del color. Espectrofotometría y colorimetría. Biodeterioro de materiales naturales. Biodeterioro de capas pictóricas. Biocorrosión.

Prácticas:

Manejo de técnicas instrumentales. Realización de ensayos en el Laboratorio.

Ejercicios de cálculo e interpretación crítica de resultados obtenidos con las distintas técnicas y ensayos.

Visitas de estudio: Centro de Instrumentación Científica (CIC) de la Universidad de Granada.

COMPETENCIAS BÁSICAS, GENERALES Y ESPECÍFICAS

COMPETENCIAS GENERALES

- CG1 - Que los estudiantes sean capaces de evaluar y criticar los resultados de las investigaciones y priorizar las actuaciones en base a razonamientos objetivos
- CG4: Que los estudiantes sean capaces de adquirir una formación avanzada en el ámbito de la conservación del Patrimonio Arquitectónico, que les permita renovar y ampliar sus conocimientos, y atender las exigencias del mundo académico y profesional

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB7 - 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

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE3 - Seleccionar las técnicas de análisis más idóneas para una correcta caracterización del material de construcción, y la valoración de las morfologías y grado de deterioro
- CE4 - Adquirir destreza en el manejo de técnicas instrumentales destructivas y no destructivas aplicadas a la caracterización de los materiales de construcción

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer las diversas técnicas y equipos que permiten caracterizar química, mineralógica y petrofísicamente un material de construcción
- Capacitar para realizar la toma de muestras de forma racional y válida en bienes culturales.
- Capacidad para planificar y desarrollar un programa analítico para identificar materiales y productos de alteración, las causas y mecanismos de dicha alteración, y definir el estado de conservación.
- Conocer los diferentes ensayos y normativas para determinar las propiedades de un material y su durabilidad.
- Dominar la valoración e interpretación de datos obtenidos con las técnicas y procedimientos científicos.
- Dominar las técnicas y los métodos de estudio no destructivos.



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO DE TEORÍA

TEMA 1. Estudio de la alteración y conservación del patrimonio histórico artístico. Mecanismos de alteración. Muestreo de materiales y productos de alteración. Técnicas analíticas. El espectro electromagnético y técnicas de análisis asociadas. Espectroscopia de infrarrojos, Raman, visible y ultravioleta.

Profesor: Carlos Rodríguez Navarro:

Clase: 28 noviembre, 16-21h

TEMA 2. Los rayos X. Generación y características. La difracción de los rayos X. Métodos de difracción de rayos X. El método de polvo. Preparación de muestras, análisis, e interpretación de resultados. Análisis químico por fluorescencia de rayos X. Análisis por dispersión de longitud de onda. Microsonda electrónica. Análisis por dispersión de energía.

Profesor: Carlos Rodríguez Navarro

Clase: 29 noviembre, 9.30-14.00h

TEMA 3. Interacción de la luz con la materia. Materiales isótropos y anisótropos. Microscopía de luz polarizada. El microscopio óptico. Estudio de minerales, rocas y materiales de construcción artificiales en lámina delgada.

Profesor: Nicolás Velilla Sánchez

Clase: 30 noviembre, 16-21h

TEMA 4. Determinación de parámetros físico-mecánicos: ensayos y procedimientos de estudio. Porosidad y sistema poroso. Densidad. Transporte de fluidos: permeabilidad, capilaridad, difusión de gases, evaporación y condensación. Propiedades elásticas. Comportamiento tensión – deformación estático de las rocas. Resistencia mecánica: compresión uniaxial, flexo-tracción; ensayo Brasileño. Otros. Propiedades térmicas: dilatación térmica. Propiedades de superficie: rugosidad, deslizamiento, desgaste, impacto, microdureza Knoop. Ensayos: Normativos y de caracterización.

Profesores: María Ángeles García del Cura y David Benavente García

Clase: 1 diciembre, 16-21h

TEMA 5. Correlación entre petrografía y propiedades físicas de los materiales: Petrofísica. Relación entre petrografía y propiedades petrofísicas: Influencia de la estructura, textura y mineralogía. Parámetros físico - mecánicos característicos de los diferentes tipos de rocas. Acabados de producto: características y propiedades. Adecuación de los parámetros a los diferentes usos de las rocas. Normativas de producto. Piedra de fábrica. Pavimentos, aplacados, pizarras de techar. Durabilidad: Ensayos para determinación de durabilidad: Hielo-deshielo, cristalización de sales, humedad sequedad. Relación entre características petrográficas y durabilidad.

Profesores: María Ángeles García del Cura y David Benavente García

Clase: 2 diciembre, 9-14h

TEMA 6. Técnicas y procedimientos no destructivos aplicados a materiales y estructuras constructivas. El uso de ultrasonidos e infrarrojos. Ultrasonidos: Trasmisión-recepción directa e indirecta; pulso-eco; impacto; emisión acústica. Tratamiento de la señal. Termografía de infrarrojos: pasiva y activa. Métodos semi-destructivos: esclerómetro; microdrilling, etc. Otras: conductividad eléctrica.

Profesores: María Ángeles García del Cura y David Benavente García

Clase: 2 diciembre, 16-20h

TEMA 7. La porosidad en los materiales pétreos. La porosidad: conceptos generales, interés de su estudio. La porosidad como característica petrográfica. Modelos del espacio vacío: sistema poroso y red de fisuras. Elementos: tamaño, forma, grado de comunicación y distribución de los vacíos. Tipos de espacios vacíos:



aspectos descriptivos, genéticos y aplicados. Procedimiento de estudio: métodos directos. Técnicas de observación. Métodos de cuantificación. La porosidad como propiedad física: volumen poroso. Relación densidad - porosidad. Tipos de porosidad: total, abierta, efectiva. Técnicas para la determinación de los distintos tipos de porosidad: Métodos indirectos. Cuantificación de elementos del sistema poroso: tamaño de los poros. Ensayos de sorción de agua. Porosimetría por inyección de mercurio. Absorción de gases.

Profesor: Francisco Javier Alonso Rodríguez

Clase: 5 diciembre, 16-21h

TEMA 8. El color en el Patrimonio Arquitectónico. Tecnología del color. Espectrofotometría y colorimetría. Espacios de color. El espacio CIE La*b*. Luminosidad, croma y saturación. Aplicaciones en el control de la eficacia de tratamientos de protección y consolidación.

Profesor: José Rodríguez Gordillo

Clase: 7 diciembre, 16-21h

TEMA 9. Introducción a la microscopía electrónica. Interacción de los electrones con la materia. Resolución y magnificación. Microscopía electrónica de barrido (SEM). Imágenes de electrones secundarios. Imágenes de electrones retrodispersados. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Microscopía electrónica de transmisión (TEM). Preparación de muestras. Geometría e intensidad de la difracción. Origen del contraste. Microscopía electrónica de alta resolución. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Microscopía de barrido por sondas (SPM): principios básicos. Microscopía de fuerza atómica (AFM): ventajas y limitaciones. Diseño e instrumentación. Modos de operación en AFM. Aplicaciones en Ciencia de Conservación y Restauración del Patrimonio. Fundamentos de la microscopía confocal. Captación de la imagen en microscopía confocal. Instrumentación del microscopio confocal.

Profesora: Encarnación Ruiz Agudo

Clase: 12 diciembre, 16-21h

TEMA 10. Biodeterioro de materiales naturales. Biodeterioro de capas pictóricas. Biocorrosión.

Profesor: Inés Martín Sanchez

Clase: 13 diciembre, 16-21h

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Prácticas: Tutores: Encarnación Ruiz Agudo (UGR) y David Benavente García (UA)

Práctica 1. Manejo de técnicas instrumentales (microscopía óptica, ultrasonidos, termografías, colorimetría). Realización de ensayos en el Laboratorio. Ejercicios de cálculo e interpretación crítica de resultados obtenidos con las distintas técnicas y ensayos.

Clases: 30 noviembre (MOP), 1 y 2 de diciembre (ensayos hídricos, ultrasonidos y termografías), 7 diciembre (colorimetría)

Práctica 2 (seminario): Análisis de las características de algunas rocas ornamentales representativas comercializadas en España. Observación de ejemplos petrografía MOP y SEM.

PRÁCTICAS DE CAMPO

Práctica 3. Recorridos urbanos con reconocimiento de los materiales pétreos en Edificios Históricos, análisis de las causas y mecanismos de deterioro, evaluación del estado de conservación.

Profesores: Encarnación Ruiz Agudo y Carlos Rodríguez Navarro



Clase: 16 diciembre, 10:30-13.00h

Práctica 4. Visitas de estudio: Centro de Instrumentación Científica (CIC) de la Universidad de Granada y al Centro Andaluz de Medio Ambiente (CEAMA) de Granada.

Profesores: Encarnación Ruiz Agudo

Clase: 20 diciembre, 18:30-21h

BIBLIOGRAFÍA

- AAVV. (Eds. R. VILLEGAS y E. SEBASTIÁN). Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos. Cuadernos Técnicos nº 8. IAPH, Consejería de Cultura-Junta de Andalucía. Ed. Comares., 2003
- AAVV. Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles. PH Cuadernos, nº 19. IAPH. (Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Culturas), 2006
- A. DENNOS, S. KENNETH, CH. GAYLARDE. Introducción al biodeterioro. Editorial Acribia 2008
- M. MATTEINI, A. MOLES. Ciencia y Restauración. Método de Investigación. NEREA, Nardini Editores. IAPH Junta de Andalucía, 2001
- R.M. ESBERT, J. ORDAZ, F.J. ALONSO, M. MONTOTO, T. GONZÁLEZ LIMÓN, M. ÁLVAREZ DE BUERGO. Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Collegi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, 1997
- R. FORT, M. ÁLVAREZ DE BUERGO, M. GOMEZ-HERAS, C. VÁZQUEZ-CALVO (Eds). Heritage, Weathering and Conservation. Volume II. Taylor & Francis, London.2006
- A. MARTÍN PÉREZ. Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de Obras de piedra de interés histórico artístico. Editorial Fundación Ramón Areces, 1990
- J.L. PÉREZ BERNAL, M.A. BELLO LÓPEZ. Dióxido de azufre. Química atmosférica y destrucción del Patrimonio. Ed. Fundación El Monte, 2004
- E. SEBASTIÁN PARDO (Ed.). Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos. Cuadernos Técnicos nº 2. IAPH, Consejería de Cultura – Junta de Andalucía, 1996
- V. VALGAÑÓN. Biología aplicada a la conservación y restauración. Editorial Síntesis 2008

ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.ugr.es/~monument/> (Grupo de Investigación de la UGR: Estudio y conservación de los materiales de construcción en el Patrimonio Arquitectónico)

<http://www.alhambra-patronato.es/> (Patronato de la Alhambra y el Generalife)

<http://www.cedex.es/> (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas)

<http://www.getty.edu/> (Getty Conservation Institute)

<http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph> (Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico)

<http://www.si.edu/mci/> (Smithsonian Museum Conservation Institute)

<http://www.cci-icc.gc.ca> (Canadian Conservation Institute)

<http://www.iccrom.org/> (International centre for the study of the preservation and restoration of cultural property)

METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lecciones magistrales (AP1):** presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos en cada uno de los módulos.
- **Seminarios (AP2):** modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con cada una de las materias propuestas, incorporando actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.
- **Actividades prácticas (AP3):** actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.



- **Actividades no presenciales individuales y en grupo (ANP1):** actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales, de forma individual y/o en grupo, se profundiza en aspectos concretos de cada materia, habilitando al estudiante para avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos.
- **Tutorías académicas (AP5):** instrumento para la organización de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.
- **Exámenes**

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Examen oral/escrito: 50%
- Examen práctico: 25%
- Ejercicios: 15%
- Asistencia: 10%

CRITERIOS DE EVALUACION

Se valorarán los conocimientos mediante pruebas teóricas escritas y pruebas prácticas, así como la realización de trabajos e informes en grupos reducidos sobre los contenidos de la asignatura y la asistencia a clase.

