

MÓDULO	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
1. GeoMateriales en el Patrimonio Arquitectónico	1.2. La Piedra natural y la “tierra” como geomateriales	1º	1º	8	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>		<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>			
Eduardo M. Sebastián Pardo (ESP). Coordinador asignatura. Universidad de Granada. UGR Nicolás Velilla Sánchez (NV). UGR Carolina Cardell Fernández (CC). UGR Encarnación Ruíz Agudo (ER). UGR Salvador Ordoñez Delgado (SO). UIMP y Universidad Alicante. Ignacio Valverde Espinosa (IV). UGR Kerstin Elert (KE). UGR		Departamento de Mineralogía y Petrología, 2ª planta Geológicas, Facultad de Ciencias. Despacho 9B (ESP). 10B (NV). 27B (CC). 15 (ER). 22 (KE). Correos electrónicos. (ESP): rolando@ugr.es; (NV): velilla@ugr.es; (CC): <a href="mailto:cardell@ugr.es">cardell@ugr.es</a> ; (ER): encaruiz@ugr.es; (SO): <a href="mailto:salvador@ua.es">salvador@ua.es</a> ; (IV): <a href="mailto:valverde@ugr.es">valverde@ugr.es</a> ; (KE): kelert@ugr.es			
		<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
		Ver página web del máster <a href="http://masteres.ugr.es/citpa/pages/info_academica">http://masteres.ugr.es/citpa/pages/info_academica</a>			
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
Ciencia y Tecnología en Patrimonio Arquitectónico		Máster Oficial en Geología			
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Ninguno					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)</b>					
Análisis del estado de conservación de un edificio histórico. Diagnóstico: reconocimiento de daños y alteraciones de los materiales de construcción en piedra. Morfologías de alteración y sus causas. Problemas constructivos y deterioro de elementos constructivos en piedra. Conocimiento de los materiales pétreos y clasificación. La piedra como soporte de la actividad constructiva histórica y actual. La piedra natural (de cantería) y la piedra ornamental. Tipología de piedras en el Patrimonio. Uso histórico de la piedra. Caracterización de litotipos. Normativas.					



Canteras históricas y actuales. Investigación y explotación. Productos pétreos elaborados.  
Distribución y extracción de la piedra de construcción en España. Mercado nacional e internacional.  
La Tierra material de construcción tradicional. Tipologías de elementos constructivos de tierra: adobe y tapial.  
Características y naturaleza de sus componentes.  
Causas y procesos de deterioro del material. Problemática en su rehabilitación y conservación.  
Su uso actual como material de construcción en edificios civiles.

Prácticas.

Reconocimiento en el laboratorio y en el museo/exposición permanente del Dpto. de Mineralogía y Petrología de la UGR de los principales minerales y litotipos utilizados en construcciones históricas.  
Visitas a canteras históricas y actuales de piedra ornamental, y a fábricas de piedra industrial (mármoles en el distrito extractivo de Macael, calizas de Sierra Elvira y de Alicante-Murcia, calcarenitas de diversos puntos geológico-geográficos -Escuzar-, travertinos de Albox, serpentinitas de Sierra Nevada).  
Vista de reconocimiento de construcciones históricas de "tierra" en Granada. Análisis de su estado de conservación. Debate de propuestas de métodos y tecnologías de intervención en estos materiales.

## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO

### COMPETENCIAS GENERALES

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

CB6: 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

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

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1: Interpretar correctamente el estado de conservación de un edificio histórico. Diagnosticar patologías en los materiales de construcción

CE2: Identificar los distintos materiales de construcción de un edificio y las técnicas constructivas

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Clasificar los materiales pétreos en función de sus condiciones genéticas.

Conocer las principales canteras históricas y actuales de piedra ornamental en España.

Dominar los registros fundamentales de la industria de la piedra natural.

Definir las condiciones que deben cumplir los estudios previos aplicados a edificios históricos construidos con materiales pétreos.

Elaboración de la metodología de estudio en la diagnosis de su estado de conservación.

Reconocer las morfologías de los daños en las piedras, de las causas y procesos que las originan.

Valorar el estado de conservación de los materiales pétreos históricos.

Conocer las características de la tierra como material geológico de la corteza terrestre; sus propiedades y uso en construcciones históricas.

Reconocer los deterioros y sus causas en materiales constructivos elaborados con tierra.

Conocer las técnicas de construcción con la tierra.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA



ugr

Universidad  
de Granada

TEMA 1. Los minerales como componentes básicos de las rocas. La estructura cristalina de los minerales. La simetría y los sistemas cristalinos. Morfología mineral. Las propiedades físicas y la identificación de los minerales. Los principales minerales constituyentes de las rocas. Silicatos. Minerales no silicatados. Principales procesos de génesis y tipos de cristalización mineral.

TEMA 2. La tierra como constituyente primordial de la corteza terrestre. Composición del material tierra. Diferenciación de fracciones granulométricas de la tierra. La tierra materia prima en construcciones históricas y actuales. Adobe, cerámica “cruda” y tecnología del “tapial”.

TEMA 3. Las rocas: composición, textura, estructura y clasificación. Origen de los distintos tipos de rocas. Caracterización, descripción y aplicaciones de los tipos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas utilizados como material de construcción u ornamental.

TEMA 4. Tecnologías constructivas que utilizan la tierra como materia prima. El adobe y el tapial. Edificaciones históricas a base de tierra. Construcciones de tierra y otros tipos de aglomerantes Principales factores y mecanismos de deterioro. Problemática de su restauración y conservación.

TEMA 5. Construcciones en piedra. Investigación científica: definiciones, factores, indicadores y tipos de deterioro. Diagnóstico del estado de conservación de un edificio construido en piedra: metodología de estudio para la elaboración del informe previo a su intervención. Fase de campo: cantera y monumento. Fase de laboratorio: caracterización pétreo (factores intrínsecos) y de agentes de alteración (factores extrínsecos).

TEMA 6. Indicadores de alteración, morfologías de deterioro, glosario de términos. Procesos de alteración de materiales geológicos en Monumentos. Factores, mecanismos de alteración y productos asociados. Alteración físico-mecánica: acción del agua, expansión volumétrica de arcillas, cristalización de sales solubles, expansión térmica diferencial de minerales y rocas, abrasión eólica. Formas de alteración ligadas a los procesos de alteración físico-mecánicos. Alteración química: disolución por sales, hidrólisis en rocas silíceas, oxidación, ataque ácido, costras negras. Formas de alteración ligadas a los procesos de alteración químicos. Alteración en ambientes contaminados.

TEMA 7. Minerales y Rocas Industriales. La Piedra Industrial: piedra de construcción y piedra decorativa. Piedra ornamental y dimensional. Requerimientos funcionales de las rocas. Significado Cultural.

TEMA 8. Exploración de masas de piedra de construcción. Geología, Geofísica y estudio de afloramientos. Exploración y explotación: corte de rocas, estructura de las rocas, métodos de extracción. Diseño de canteras. Métodos de monitorización en la explotación. Usos integrales y sostenibilidad.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### PRÁCTICA 1.

Reconocimiento de los principales minerales constituyentes de rocas. Identificación macroscópica de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas de interés como material constructivo y ornamental.

## PRÁCTICAS DE CAMPO

### PRÁCTICA 2.

Visita al Monasterio de San Jerónimo (Granada). Reconocimiento de litotipos empleados en su construcción, factores ambientales (extrínsecos) de alterabilidad, morfologías de deterioro y causas.

### PRÁCTICA 3.



ugr

Universidad  
de Granada

Visita a las canteras de piedra ornamental del área extractiva de Macael (mármoles). Visita a fábricas de corte y elaboración de piezas de piedra industrial en dicha zona geográfica.

#### PRÁCTICA 4.

Reconocimiento del uso de distintos tipos de piedra en edificios históricos y actuales. Evaluación de su estado de conservación en ellos. Interpretación de las causas y las morfologías de deterioro.

#### SEMINARIO 1.

El Mármol Blanco y otras Rocas Marmóreas de Macael (Almería). Investigación geológica y explotación. Metodologías de extracción. Fabricación y manufactura de los distintos tipos de acabados y usos. Problemática medioambiental de las explotaciones de piedra industrial. Usos y desarrollo sostenible.

#### SEMINARIO 2.

Tecnologías constructivas de edificios de "tierra". Análisis de las causas y procesos de su deterioro. Planteamiento de soluciones idóneas de restauración y conservación. Problemática de su rehabilitación y mantenimiento.

### 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.
- M. ACHENZA, C. CHANCINO, M. CORREIA, A. FERRON, H. GUILLAUD (eds.). Experts workshop on the study and conservation of earthen architecture and its contribution to sustainable development in the Mediterranean region: final report. Getty Conservation Institute, Los Angeles, CRATerre-ENSAG Grenoble, UNESCO-ICOMOS Documentation Center, 2009
- M. ACHENZA, M. CORREIA, M. CADINU, A. SERRA (eds.). Houses and cities built with earth: conservation, significance and urban quality. Lisboa: Argumentum, 2006
- C. CARDELL FERNÁNDEZ. Cristalización de sales en calcarenitas: aplicación al Monasterio de San Jerónimo, Granada. Tesis doctoral. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 1998.
- K. ELERT. Alkaline activation of clays for the consolidation of earthen architecture. Tesis Doctoral. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 2014.
- R.M. ESBERT, J. ORDAZ, F.J. ALONSO, M. MONTOTO, T. GONZÁLEZ LIMÓN, M. ÁLVAREZ DE BUERGO. Manual de diagnóstico y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, 1997
- G. HUBERT, C. CLAIRE ANNE, K. ALAIN (eds.). Les constructions en terre massive: pisé et bauge. Deuxièmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue: actes de la table-ronde de Villefontaine (Isère), Montpellier: Éditions de l'Espérou, 2007
- M.P. Sáez Pérez. Estudio de elementos arquitectónicos y composición de materiales del Patio de Los Leones. Interacciones en sus causas de deterioro. Tesis Doctoral. Dpto. Construcciones Arquitectónicas. 2003
- M. KUZVART. Industrial Minerals & Rocks, Academic, Praha. 1984
- L. LAZZARINI, M. LAURENZI TABASSO. Il restauro della pietra. CEDAM, 1986
- C. LÓPEZ JIMENO (Editor). Manual de Rocas Ornamentales. Prospección, elaboración y colocación. E.P.M., S.A. Madrid, 1996
- M. MATTEINI, A. MOLES. Ciencia y Restauración. Método de Investigación. NEREA, Nardini Editores. IAPH Junta de Andalucía, 2001



- W.N. MORGAN, F.L. GAINESVILLE. Earth architecture: from ancient to modern. University Press of Florida, XVI, 2008
- C. RODRÍGUEZ NAVARRO. Causas y mecanismos de alteración de los materiales calcáreos de las Catedrales de Granada y Jaén. Tesis doctoral. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 1994
- E. RUIZ AGUDO. Tesis doctoral. Prevención del daño debido a la cristalización de sales en el patrimonio histórico construido mediante el uso de inhibidores de la cristalización. Dpto. de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 2007.
- RABASA DIAZ, E. Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del s. XIX. Ed. Akal, Textos de arquitectura. Madrid, 2000
- E. SEBASTIÁN PARDO (Ed.). Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos. Cuadernos Técnicos nº2. IAPH, Consejería de Cultura – Junta de Andalucía, 1996
- B.J. SMITH, P.A. WARKE (Eds.). Processes of Urban Stone Decay. Donhead Pub. Ltd. 1996
- E.J. TARBUCK, F.K. LUTGENS (1999). Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física. Prentice Hall, Madrid.
- T. WALTHAM. Foundation of Engineering Geology, Spon Press. 2008
- E.M. WINKLER. Stone in Architecture. Properties, Durability. Springer-Verlag. Berlin, 1997

#### 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.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)

<http://www.osnet.ntua.gr/> (Red Comisión Europea: Ornamental and Dimensional Stones Network)

<http://www.cicop.com> (Fundación Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio)

<http://www.iconfcicop.com> (Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Fundación CICOP)

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- **Lecciones magistrales:** presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos en cada uno de los módulos.
- **Seminarios:** 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:** 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:** 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:** 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: 10%
- Ejercicios: 30%
- 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.

Para superar la asignatura será necesario tener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en los exámenes de teoría y/o de prácticas.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Acciones de coordinación.

Las visitas técnicas “de campo” y de fábricas, incluidas en las prácticas de esta asignatura, son comunes, en parte, con las prácticas de las asignaturas incluidas en el Módulo 2 (M.2): “Geomateriales en el Patrimonio Arquitectónico: aglomerantes, morteros y hormigones históricos. Cerámicas.”: y las prácticas de la asignatura 6.2. “Proyecto y Ejecución de Intervenciones en Conjuntos Monumentales y en Edificios Históricos”. Se programarán sus contenidos y su realización de forma coordinada con los profesores responsables de las prácticas de dichas asignaturas.

