# Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

## Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción

### GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

### Análisis y Diagnosis en Rehabilitación de Edificios (2022 - 2023)

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

| Asignatura: Análisis y Diagnosis en Rehabilitación de Edificios | Código: 835811104 |
|---|---|

- Centro: **Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado**
- Lugar de impartición: **Escuela Politécnica Superior de Ingeniería. Sección de Arquitectura Técnica**
- Titulación: **Máster Universitario en Gestión e Innovación Tecnológica en la Construcción**
- Plan de Estudios: **2018 (Publicado en 2018-01-22)**
- Rama de conocimiento: **Ingeniería y Arquitectura**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  **Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura**
- Área/s de conocimiento:
  **Construcciones Arquitectónicas**
  **Expresión Gráfica Arquitectónica**
  **Ingeniería de la Construcción**
- Curso: **1**
- Carácter: **Obligatoria**
- Duración: **Primer cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición:
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)**

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: **EDUARDO GONZALEZ DIAZ**

- Grupo: **Único**

**General**
- Nombre: **EDUARDO**
- Apellido: **GONZALEZ DIAZ**
- Departamento: **Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura**
- Área de conocimiento: **Construcciones Arquitectónicas**

**Contacto**
- Teléfono 1: **922318973**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **egonza@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

| Tutorías primer cuatrimestre: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Desde** | **Hasta** | **Día** | **Hora inicial** | **Hora final** | **Localización** | **Despacho** |
| Todo el cuatrimestre | | Lunes | 15:30 | 18:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE208 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 15:30 | 17:00 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE208 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 18:00 | 19:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE208 |
| Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma. | | | | | | |
| **Tutorías segundo cuatrimestre:** | | | | | | |
| **Desde** | **Hasta** | **Día** | **Hora inicial** | **Hora final** | **Localización** | **Despacho** |
| Todo el cuatrimestre | | Miércoles | 09:30 | 12:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE208 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 09:30 | 12:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE208 |
| Observaciones: El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma. | | | | | | |

| |
|---|
| **Profesor/a:** **JOSE MANUEL ALONSO LOPEZ** |
| - Grupo: **Único** |

**General**
- Nombre: **JOSE MANUEL**
- Apellido: **ALONSO LOPEZ**
- Departamento: **Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura**
- Área de conocimiento: **Expresión Gráfica Arquitectónica**

**Contacto**
- Teléfono 1: **922319448 Ext. 9867**
- Teléfono 2: **922319448 Ext. 9867 Dirección Dpto.**
- Correo electrónico: **jmalopez@ull.es**
- Correo alternativo: **jmalopez@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 10:30 | 14:00 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE-203 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 09:00 | 11:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE-203 |

Observaciones: El lugar y horario de tutorías podrán sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma. Las tutorías podrán ser virtuales, para ello habrá que solicitarlo al profesorado de la asignatura mediante e-mail. Las tutorías se realizarán preferentemente mediante la herramienta Google Meet a través de un enlace abierto para tal fin en el entorno virtual de la asignatura. La dirección del correo electrónico será jmalopez@ull.edu.es.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 09:30 | 13:30 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE-203 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 11:00 | 13:00 | Secciones de Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil - CE.5A | DE-203 |

Observaciones: El lugar y horario de tutorías podrán sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma. Las tutorías podrán ser virtuales, para ello habrá que solicitarlo al profesorado de la asignatura mediante e-mail. Las tutorías se realizarán preferentemente mediante la herramienta Google Meet a través de un enlace abierto para tal fin en el entorno virtual de la asignatura. La dirección del correo electrónico será jmalopez@ull.edu.es.

## 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Rehabilitación en la Edificación**
Perfil profesional:

## 5. Competencias

### Específicas

**CE04** - Analizar y valorar técnicas avanzadas de caracterización de sistemas y materiales de construcción.
**CE05** - Desarrollar e interpretar evaluaciones de la situación técnica de las edificaciones mediante métodos avanzados.

### Generales

**CG2** - Capacidad de gestión de la información y su utilización en la toma de decisiones en el marco del proceso constructivo.
**CG3** - Capacidad de redactar estudios e informes avanzados en el ámbito de la construcción.

### 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.
**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.
**CB8** - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
**CB9** - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
**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.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesor/es: Eduardo González Díaz y José Manuel Alonso López
Tema 1. Rehabilitación del patrimonio edificado: técnicas, sistemas y nuevas tendencias. Monitorización. Diseño de equipos

de bajo coste.

Tema 2. Análisis térmico. Aplicaciones en materiales de construcción: yeso, cales, cementos portland, cementos de aluminato de calcio, áridos. Determinaciones de volumen y densidad de partículas. Picnometría de helio. Caso práctico de identificación de elementos de madera propios de la arquitectura tradicional canaria.

Profesor/es: Eduardo González Díaz
Tema 3. Microscopía electrónica de barrido. Condiciones de las muestras. Pulverización catódica. Microanálisis por dispersión de energías de rayos-X (EDX). Mapping. Combinación de técnicas: EDX y análisis elemental. Aplicación práctica: yesos, cales, cementos, áridos, hormigones. Caso práctico de estudio de un revestimiento de una edificación tradicional canaria.

Tema 4. Difracción de rayos X. Estado cristalino y clasificación de los cristales. Características y obtención de espectro de rayos X. Ley de Bragg. Intensidades de los rayos difractados. Aplicaciones en materiales de construcción: yesos, cales, cementos portland y cementos de aluminato de calcio, áridos. Caso práctico de identificación del conglomerantes. Técnica de muestreo. Análisis de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. Supuesto práctico para la identificación de cloruros en el hormigón armado.

Tema 5. Termografía. Espectro electromagnético. Emisividad y absorción. Cambios térmicos. Calor latente. Aplicación: humectación y secado en materiales de construcción

Tema 6. Ultrasonidos en hormigones. Calibración. Factores que influyen en las medidas de la velocidad del impulso. Detección de armaduras. Correlaciones de la velocidad del impulso, datos esclerométricos y resistencia. Módulo dinámico de elasticidad. Transmisión indirecta. Supuesto práctico.

Tema 7. Corrosión en el hormigón armado. Medida del potencial de corrosión. Factores que influyen en la medición del potencial. Límites de aplicación de la técnica. Resistividad eléctrica. Caso práctico: determinación del potenciales de corrosión.

Tema 8. Radiactividad natural. El radón. Normativa. Técnicas de mitigación. Extracción y ventilación como técnicas correctoras. Proceso de medida, intervención y verificación. Medida de radón ambiental en edificios. Caso práctico de medidas de gas radón en viviendas.

**Actividades a desarrollar en otro idioma**

Exercise 1. A practical case for the identification of the Pitch wood. Use the reference: González-Díaz, Eduardo, and José Manuel Alonso-López. 2017. “Characterization by Thermogravimetric Analysis of the Wood Used in Canary Architectural Heritage.” Journal of Cultural Heritage 23: 111–18.

Exercise 2. Advantages and disadvantages of the techniques for the identification of the concretes made with high alumina cement (calcium aluminate cement, CAC). Study the following article: Blanco, M.T. et al. 1992. “The Most Suitable Techniques and Methods to Identify High Alumina Cement and Based Portland Cement in Concretes.” Materiales de Construcción 42(228): 51–64.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

**Descripción**

Las estrategias metodológicas a desarrollar dentro de la asignatura son: lección magistral, aprendizaje basado en problemas y clase invertida. Se requiere una participación activa del estudiante para planificar, estructurar el trabajo y resolver la cuestión planteada. Como herramientas para guiar este proceso se establecerán seminarios prácticos en laboratorios para la realización de ensayos relacionados con las cuestiones planteadas. Las clases se establecen como un foro de discusión y debate sobre las cuestiones planteadas que previamente son introducidas por el docente. Los seminarios prácticos podrán realizarse tanto en las instalaciones de la ULL como en otras donde las técnicas a estudiar estén disponibles. Las actividades a desarrollar podrán requerir el uso de dispositivos móviles y/o ordenador personal para trabajar con aplicaciones, programas y/o material multimedia que contribuya al logro de los resultados de aprendizaje. Se podrán realizar visitas externas como parte de las actividades formativas.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

| Actividades formativas | Horas presenciales | Horas de trabajo autónomo | Total horas | Relación con competencias |
|---|---|---|---|---|
| Clases teóricas | 4,00 | 6,00 | 10,0 | [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio) | 10,00 | 20,00 | 30,0 | [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Realización de trabajos (individual/grupal) | 0,00 | 10,00 | 10,0 | [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Asistencia a tutorías | 2,00 | 10,00 | 12,0 | [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Actividades prácticas ligadas al desarrollo profesional en el entorno académico o de la empresa (charlas, seminarios, visitas de campo) | 8,00 | 0,00 | 8,0 | [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Trabajo autónomo del estudiante (estudio/preparación clases prácticas y/o teóricas) | 0,00 | 80,00 | 80,0 | [CB10], [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] |
| Total horas | 24,00 | 126,00 | 150,00 | |

| | | |
|---|---|---|
| Total ECTS | 6,00 | |

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Alonso López, José Manuel; Gutiérrez García, Francisco Javier; González Díaz, Sergio; Frías García, Marcos José; González Díaz, Eduardo. (2017). Analysis of the measurement of moisture within previously wet gypsum sample in relation to the measured temperature on its surface using infrared thermography. IV International Congress on Construction and Building Research. Coinvedi2017- IV International Congress on Construction and Building Research. 14 y 15 de diciembre de 2017. San Cristóbal de La Laguna. ISBN 978-84-09-03294-5

Frías García, Marcos José; Alonso López, José Manuel; González Díaz, Eduardo (2017) The characterization of coating mortars and carpentry elements used in Traditional Canarian Construction. IV International Congress on Construction and Building Research. Coinvedi2017- IV International Congress on Construction and Building Research. 14 y 15 de diciembre de 2017. San Cristóbal de La Laguna. ISBN 978-84-09-03294-5

González-Díaz, E., & Alonso-López, J. M. (2017). Characterization by thermogravimetric analysis of the wood used in Canary architectural heritage. Journal of Cultural Heritage, 23, 111–118. http://doi.org/10.1016/j.culher.2016.09.002

González-Díaz, E., Sánchez-Luis, P., & Gutiérrez-García, F. J. (2014). Guide to best practices: Making and validation of a device for the measurement of the electrical resistivity of concrete. Application in the control of concrete curing. DYNA Ingeniería E Industria, 89(3), 422–430. http://doi.org/10.6036/7070

Garcés, P. (2021). Proceso de degradación físico-químicos en estructuras de hormigón armado (Universida). Universidad de Alicante.

### Bibliografía Complementaria

Barreira, E., & de Freitas, V. P. (2007). Evaluation of building materials using infrared thermography. Construction and Building Materials, 21(1), 218–224. http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.06.049

Blanco, M. T., Puertas, F., Vázquez, T., & Fuente, A. De. (1992). Técnicas y métodos más adecuados para la identificación del cemento aluminóse y de cemento de base portland en hormigones The most suitable techniques and methods to identify high alumina cement and based portland cement in concretes. Materiales de Construcción, 42(228), 51–64.

Faraldos Izquierdo, María Soledad; Goberna Selma, Consuelo. Técnicas de análisis y caracterización de materiales, 2ª edición revisada y aumentada. (2012). Editorial CSIC. Madrid [Recurso en línea: Punto Q ULL]

Giner-Juan, F.-J. (2009). Carbonatación vs. Aluminosis. Contart. Materiales, Sistemas Y Procesos Constructivos, 1–15.

González Díaz, Eduardo; Frías García, Marcos; Alonso Asensio, Isaac; González, Enrique & Alonso López, José Manuel (2020). A Building Material from the Upper Jurassic Period into the Canarian Architectural Heritage: The Durability of the Heartwood of Pinus Canariensis, International Journal of Architectural Heritage (USA)

González-Díaz, Eduardo; Martín Dorta, Norena; González Díaz, Benjamín y Márquez Martinón, José Miguel (2021). Evaluación de las Condiciones de Confort mediante integración BIM-IoT. XV International Conference on Graphic Expression Applied to Building, APEGA 2021 Redrawing the Future. Editorial Tirant Lo Blanch.

### Otros Recursos

Webb, P. A. (2001 Volume and Density Determinations for Particle Technologists. Micromeritics Instrument Corp. 2/16/01

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

**EVALUACIÓN**

**Evaluación continua.** Se desarrollará según lo dispuesto en el artículo 4 del Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL. La Evaluación Continua consistirá en tres pruebas:
- Prueba 1 (45%) correspondiente al Tema 1, 2 y 3. Se entregará después de la finalización del Tema 3.
- (*) Prueba 2 (40%) correspondiente al Tema 4, 5, 6, 7 y 8. Se entregará después de la finalización del Tema 8.
- Examen Final (15%) correspondiente a todos los temas. Se realizará antes del fin de la primera convocatoria de la asignatura, según establezca el calendario académico

La calificación final de la asignatura será la media ponderada de todas las pruebas realizadas y el examen final. La modalidad de evaluación continua se mantiene en la segunda convocatoria.
*(*) Una vez presentado o presentada a esta prueba, se considerará agotada la evaluación continua, según lo especificado en el artículo 4 del Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL*

**Evaluación única.** Atenderá a los dispuesto en el artículo 5 del Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL. Será objeto de evaluación única la recuperación de los temas indicados en las pruebas en evaluación continua.

**CALIFICACIÓN**
El sistema de calificación se regirá por lo establecido en el Capítulo V del Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna.

**OBSERVACIONES GENERALES**
- En general, las pruebas de evaluación consistirán en pruebas objetivas, trabajos/proyectos, resolución de casos/ejercicos y cuestiones conducentes a valorar el aprovechamiento de seminarios y prácticas realizadas. Las pruebas de evaluación podrán consistir en la realización de exámenes escritos, orales, prácticas y/o ensayos de laboratorio o de campo.
- Durante el curso podrán desarrollarse dentro de la asignatura Proyectos de Innovación Docente cuyas actividades podrán formar parte de las pruebas de evaluación del curso.
- El contenido práctico-teórico, prácticas y ensayos incluidos en la Guía Docente podrá estar sujeto a variaciones según el desarrollo del curso.

### Estrategia Evaluativa

| Tipo de prueba | Competencias | Criterios | Ponderación |
|---|---|---|---|
| Pruebas objetivas | [CB10], [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] | - Adecuación de las soluciones aportadas a las demandas requeridas.<br>- Calidad del contenido.<br>- Originalidad y capacidad crítica aportada. | 25,00 % |
| Trabajos y proyectos | [CB10], [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] | - Entrega en tiempo y forma del trabajo.<br>- Adecuación a las demandas del trabajo según las competencias requeridas.<br>- Calidad del contenido.<br>- Originalidad y capacidad crítica aportada. | 30,00 % |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Participación y aprovechamiento en<br/>seminarios y tutorías<br/> | [CB10], [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] | - Entrega en tiempo y forma.<br>- Adecuación a las demandas según las competencias requeridas.<br>- Calidad del contenido.<br>- Originalidad y capacidad crítica aportada. | 15,00 % |
| Resolución de casos, ejercicios y<br/>problemas<br/> | [CB10], [CB9], [CB8], [CB7], [CB6], [CG3], [CG2], [CE05], [CE04] | - Entrega en tiempo y forma.<br>- Adecuación a las demandas según las competencias requeridas.<br>- Calidad del contenido.<br>- Originalidad y capacidad crítica aportada. | 30,00 % |

## 10. Resultados de Aprendizaje

- Analizar y clasificar los sistemas y antecedentes constructivos.
- Estudiar y evaluar la patología en el ámbito de la edificación.
- Realizar la toma de datos y análisis patológico.
- Elaborar informes de diagnóstico.
- Identificar y seleccionar técnicas e instrumentación avanzada para el análisis y caracterización en la construcción.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

**Descripción**

En las guías docentes la planificación temporal de la programación sólo tiene la intención de establecer unos referentes u orientaciones para presentar la materia atendiendo a unos criterios cronológicos, sin embargo son solamente a título estimativo, de modo que el profesorado puede modificar – si así lo demanda el desarrollo de la materia – dicha planificación temporal.

Nota importante: el cronograma y calendario de la asignatura puede estar sujeto a variaciones en función del desarrollo del curso.

| Primer cuatrimestre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Semana** | **Temas** | **Actividades de enseñanza aprendizaje** | **Horas de trabajo presencial** | **Horas de trabajo autónomo** | **Total** |
| Semana 4: | Tema 1 | - Introducción a las técnicas.<br>- Monitorización en edificación. | 2.00 | 10.00 | 12.00 |
| Semana 5: | Tema 2 | - Análisis Térmico. Picnometría de helio.<br>- TGA: estudio de casos prácticos de aplicación en rehabilitación de edificios. | 2.00 | 12.00 | 14.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Semana 6: | Tema 3 | -Microscopía Electrónica de Barrido. Microanálisis por dispersión de energías de rayos-X (EDX).<br>- SEM: estudio de casos prácticos de aplicación en rehabilitación de edificios.<br>Prueba 1 (45%) | 2.00 | 12.00 | 14.00 |
| Semana 7: | Tema 4 | - Difracción de rayos X. Análisis de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva.<br>- DRX: estudio de casos prácticos de aplicación en rehabilitación de edificios. | 2.00 | 12.00 | 14.00 |
| Semana 8: | Tema 5<br>Tema 2 (ensayos laboratorio) | - Termografía. Aplicación: humectación y secado en materiales de construcción.<br>- Medidas con cámara térmica.<br>- Ensayos de Laboratorio: TGA y picnomtría de helio. | 4.00 | 20.00 | 24.00 |
| Semana 9: | Tema 6<br>Tema 3 (ensayos laboratorio) | - Técnicas no destructivas para ensayos en hormigones. Correlaciones.<br>- Ensayos de Laboratorio: Microscopía electrónica | 4.00 | 20.00 | 24.00 |
| Semana 10: | Tema 7<br>Tema 4 (ensayos laboratorio) | - Corrosión en el hormigón armado. Ensayos: Resistividad eléctrica.<br>- Determinación del potencial de corrosión. Análisis de resultados<br>- Ensayos de Laboratorio: DRX y FRX | 4.00 | 20.00 | 24.00 |
| Semana 11: | Tema 6 (ensayos laboratorio) | - Ensayos no destructivos en hormigones. | 2.00 | 10.00 | 12.00 |
| Semana 13: | Tema 8 | - Radiactividad natural. El radón.<br>- Medida de radón ambiental en edificios.<br>Prueba 2 (40%) | 2.00 | 10.00 | 12.00 |
| | | Total | 24.00 | 126.00 | 150.00 |