Guía docente de la asignatura

Análisis No Lineal de Estructuras (MA9/56/3/44)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

Máster	Máster Doble: Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos + Máster Universitario en Hidráulica Ambiental
MÓDULO	Optatividad
RAMA	Ingeniería y Arquitectura
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Primero	**Créditos**	3	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Teoría de estructuras; Análisis de estructuras; Introducción a los Elementos Finitos

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Cálculo plástico de estructuras; análisis estático no lineal; técnicas de reanálisis y optimización; aspectos complementarios para el análisis de estructuras de hormigón y metálicas

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): D95F158085007C391599DDCC113B8081
06/05/2026 - 11:04
Pág. 1 de 5

- 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.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El estudiante debe aprender:

- Diferentes tipos de no linealidad que existen en el análisis estructuras
- Relevancia del análisis no lineal para el dimensionamiento de estructuras de hormigón y metálicas
- Modelos de comportamiento plástico en sólidos
- Concepto de rótula plástica y cálculo del momento plástico de una sección, incluyendo los efectos de los esfuerzos axil y cortante
- Teoremas básicos del cálculo plástico: estático, cinemático y de unicidad
- Cálculo de mecanismos de colapso y su combinación
- Análisis límite y optimización de pórticos mediante técnicas de programación matemática
- Concepto de no linealidad geométrica
- Diferentes medidas no lineales de la deformación
- Métodos de solución de problemas no lineales

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:04
Código seguro de verificación (CSV): D95F158085007C391599DDCC113B8081 Pág. 2 de 5

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Introducción: tipos de no linealidad en el análisis estructural
2. Cálculo plástico de estructuras
    1. Hipótesis básicas
    2. Casos simples de colapso plástico
    3. Teoremas básicos
    4. Métodos de diseño plástico
    5. Factores modificantes del momento plástico de una sección
    6. Análisis límite y diseño de pórtico para peso mínimo mediante técnicas de programación matemática
3. Introducción a problemas con no linealidad geométrica
    1. Aproximación de barra a axil rebajadas
    2. Solución para celosías con diferentes medidas de deformación
    3. Problemas no lineales para pórticos

PRÁCTICO

1. Momento plástico de una sección doblemente simétrica
2. Cálculo de la carga de colapso para vigas continuas
3. Mecanismos de colapso para un pórtico simple
4. Carga de colapso incremental para un pórtico a dos aguas
5. Diseño de peso mínimo de un pórtico
6. Colapso incremental
7. Cálculo de la curva carga-deflexión de una celosía compleja

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Milan Jirásek, Z. P. Bažant - (2002) Inelastic analysis of structures-John Wiley and Sons
- Baker, J., Heyman, J. (1969), Plastic Design of Frames: 1. Fundamentals, Cambridge University Press

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:04
Código seguro de verificación (CSV): D95F158085007C391599DDCC113B8081 Pág. 3 de 5

- Levy, R., Spillers, W. R. (2003), Analysis of Geometrically Nonlinear Structures, Springer Science+Business Media Dordrecht
- Neal, B.G. (1977, 1ª 1956), The Plastic Methods of Structural Analysis, Science Paperbacks
- Smith I.M. y Griffiths D.V. (1997), Programming the Finite Element Method, , J. Wiley & Sons
- Wong, M. Bill (2008), Plastic Analysis and Design of Steel Structures. Elsevier

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Broughton, P., Ndumbaro, P. (2008), The Analysis of Cable & Catenary Structures, Thomas Telford
- Irwine, M. (1981), Cable Structures, Dover Pub.
- Davis, J.M., Brown, B.A.(1996), Plastic Design to BS5950, BlackWell Science
- Benito Hernández, C. (1975), Nociones de Cálculo Plástico, R.O.P.
- Heyman, J. (1971), Plastic Design of Frames: 2. Applications, Cambridge University Press
- Applied Technology Council (2005), Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, (vol. 440 serie FEMA), Applied Technology Council
- Chrisfield, M.A. (1991), Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, J. Wiley & Sons

ENLACES RECOMENDADOS

Página PRADO de la asignatura

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 18 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (NECEUGR) establece que: «La convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final, según lo establecido en esta Normativa».

La evaluación continua consta (Art. 7 NECEUGR) de:

- P1 (30%).- Participación activa en las clases, y realización de las prácticas de clase
- P2 (70%).- Prácticas analíticas y numéricas individuales o en grupo

Para aprobar por Curso será necesario obtener una calificación igual o superior a 5/10 en la media 0.3 P1 + 0.7 P2

Opcionalmente, a instancias del estudiante que esté interesado, se pueden realizar trabajos de programación en el lenguaje de programación Julia de los algoritmos estudiados en clase, bajo la supervisión del profesor (20% adicional)

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los estudiantes de la Universidad de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:04
Código seguro de verificación (CSV): D95F158085007C391599DDCC113B8081 Pág. 4 de 5

Granada (NECEUGR) establece que: «Los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. La calificación de los estudiantes en la convocatoria extraordinaria se ajustará a las reglas establecidas en la Guía Docente de la asignatura, garantizando, en todo caso, la posibilidad de obtener el 100% de la calificación final.».

La evaluación extraordinaria podrá realizarse en dos modalidades, a elegir por el estudiante:

Modalidad A: consistirá en un examen teórico-práctico-numérico de la materia impartida en la asignatura. Para aprobar será necesario obtener una calificación igual o superior a 5/10.

Modalidad B: podrá acogerse a esta modalidad el estudiante que haya suspendido en la convocatoria ordinaria, pero que tenga una calificación al menos de 3,5 en la misma. En ese caso el estudiante realizará:

- X1 (10%).- las prácticas que no tenga realizadas de la evaluación por curso P1
- X2, (45%).- las prácticas que no tenga realizadas de la evaluación por curso P2
- X3 (45%).- 2 ó máximo 3 prácticas adicionales similares a las P2 propuestas por el profesor

Para aprobar el estudiante debe obtener una calificación igual o superior a 5/10 en la media 0.1 X1 + 0.45 X2 + 0.45 X3

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación única final consistirá en un examen teórico-práctico-numérico de la materia impartida en la asignatura. Para aprobar será necesario obtener una calificación igual o superior a 5/10.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

SOFTWARE LIBRE

Códigos en lenguaje Julia

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:04
Código seguro de verificación (CSV): D95F158085007C391599DDCC113B8081 Pág. 5 de 5