UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE *CURSO: 2023/24*

44529 - DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

CENTRO: *105 - Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles*

TITULACIÓN: *4042 - Grado en Ingeniería Mecánica*

ASIGNATURA: *44529 - DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS*

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)
5040-MU en Ingeniería Industrial - 51152-DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS - 12
5040-MU en Ingeniería Industrial - 51152-DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS - 12
5040-MU en Ingeniería Industrial - 51170-DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS - 14
5040-MU en Ingeniería Industrial - 51170-DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS - 14

CÓDIGO UNESCO: *3305.32* **TIPO:** *Obligatoria* **CURSO:** *3* **SEMESTRE:** *2º semestre*

CRÉDITOS ECTS: *6* **Especificar créditos de cada lengua:** **ESPAÑOL:** *6* **INGLÉS:**

SUMMARY

This course aims at providing students with a solid background on the principles of structural engineering design for the degree of Mechanical Engineers.
Students will be exposed to the theories and concepts of materials design and analysis at the element and system levels. Computer applications are utilized, with emphasis on the theory underlying the analysis. Hands-on design experience and skills will be gained and learned through problem sets. Different types of loads, like live loads, dead loads, wind loads, earthquake loads, thermal loads, dynamic loads, settlement loads will be studied and resulting stresses will be developed. Matrix stiffness, grillage, and finite element analysis for bars will be introduced. Topics also will include: failure mechanisms and design limit states will be developed for beams and methods for the non-linear analysis of structures also called plastic analysis.

LEARNING OUTCOMES
According to the Verification of the Degree (Subject: Mechanics of Continuous Media and Structures):
1. Understand the basic hypothesis of structural behavior. Understand the relationship between the real structure and the calculation model.
2. Comprehend, understand and apply the equations of linear elasticity to the resolution of problems related to obtaining the response in stresses / strains / displacements of mechanical parts or continuous structures subjected to static load.
3. To develop the capacity for the creation of models of Finite Elements that allow calculating the response of mechanical parts, continuous structures or bar structures subjected to static load.
4. Know, understand and apply current regulations in all aspects related to the design and calculation of an industrial structure.
5. Acquire skills to apply the concepts learned in structural design.

OBJECTIVES
1.- Understand the basic hypothesis of structural behavior. Understand the relationship between the real structure and the calculation model.
2.- Understand and apply procedures and methodologies to obtain the response of bar structures subject to static loading.
3.- Understand the behavior of the most common structural configurations in industrial

engineering
4.- Acquire skills to apply and guide the concepts learned in the design of the most appropriate structure in each case.
5.- The application of the competences, Generic, Nuclear, and Transversal related to the field of study of the subject will be taken into account through works and memories that students present throughout the course. However, they are not subject to specific evaluation

REQUISITOS PREVIOS

Requisitos previos (Recomendación)
1.- Cálculo I.
2.- Cálculo II.
3.- Física I
4.- Resistencia de Materiales.

Prerequisites (Recommendation)
1.- Calculation I.
2.- Calculation II.
3.- Physics I
4. Strength of Materials.

Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

Contribución de la asignatura al perfil profesional:

El conocimiento de las bases teóricas sobre el comportamiento estructural es determinante en el análisis y diseño de edificaciones industriales y dispositivos mecánicos en general, ámbitos en los que desarrollan su actividad los profesionales con esta titulación.

The knowledge of the theoretical bases on the structural behavior is determinant in the analysis and design of industrial buildings and mechanical devices in general, areas in which the professionals with this degree develop their activity.

Competencias que tiene asignadas:

COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

G4 - TRABAJO EN EQUIPO. Ser capaz de trabajar como miembro de un entorno y equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

G3 - COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia
especialidad.

G5 - USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

G6 - APRENDIZAJE AUTÓNOMO. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

T3 - Conocimiento en materias básicas de la rama de ingeniería y arquitectura y materias tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

T4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.

T6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

N1 - Comunicarse de forma adecuada y respetuosa con diferentes audiencias (clientes, colaboradores, promotores, agentes sociales, etc.), utilizando los soportes y vías de comunicación más apropiados (especialmente las nuevas tecnologías de la información
y la comunicación) de modo que pueda llegar a comprender los intereses, necesidades y preocupaciones de las personas y organizaciones, así como expresar claramente el sentido de la misión que tiene encomendada y la forma en que puede contribuir, con sus competencias y conocimientos profesionales, a la satisfacción de esos intereses, necesidades y preocupaciones.

N2 - Cooperar con otras personas y organizaciones en la realización eficaz de funciones y tareas propias de su perfil profesional, desarrollando una actitud reflexiva sobre sus propias competencias y conocimientos profesionales y una actitud comprensiva y empática hacia las competencias y conocimientos de otros profesionales.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

MTEM5 - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.

Objetivos:

1.- Comprender las hipótesis básicas de comportamiento estructural. Comprender la relación entre la estructura real y el modelo de cálculo.
2.- Conocer, entender y aplicar procedimientos y metodologías para obtener la respuesta de estructuras de barras sometidas a carga estática.
3.- Comprender el comportamiento de las configuraciones estructurales más habituales en la ingeniería industrial.
4.- Adquirir destreza para aplicar y orientar los conceptos aprendidos en el diseño de la estructura más adecuada en cada caso.
5.- La aplicación de las competencias, Genéricas, Nucleares, y Transversales relacionadas con el campo de estudio de la materia se tendrán en cuenta a través de trabajos y memorias que los alumnos presentan a lo largo del curso. Sin embargo no son objeto de evaluación específica.

OBJECTIVES
1.- Understand the basic hypothesis of structural behavior. Understand the relationship between the real structure and the calculation model.
2.- Understand, understand and apply procedures and methodologies to obtain the response of bar structures subject to static loading.
3.- Understand the behavior of the most common structural configurations in industrial engineering

4.- Acquire skills to apply and guide the concepts learned in the design of the most appropriate structure in each case.
5.- The application of the competences, Generic, Nuclear, and Transversal related to the field of study of the subject will be taken into account through works and memories that students present throughout the course. However, they are not subject to specific evaluation

Contenidos:

Los Contenidos que figuran en la Memoria Verifica del Título de Grado en Ingeniería Mecánica relacionados con esta asignatura en el contexto de su materia son:

• El Método de los Elementos Finitos aplicado a la resolución de problemas que impliquen a elementos mecánicos o estructuras industriales.
• Normativa de aplicación para el diseño y análisis estructural.
• Introducción al Diseño Estructural.

Se presenta a continuación el desarrollo de los anteriores puntos a través de los siguientes temas:

Tema 1.-
Introducción.Conceptos previos. Hipótesis de partida. Ecuaciones básicas.

Tema 2.-
Método Directo de la Rigidez. Matriz de rigidez de una estructura. Propiedades.

Tema 3.-
Introducción técnicas matriciales de cálculo. Discretización, elementos, nodos. Grados de libertad. Sistemas de referencia. Operaciones matriciales básicas. Condiciones de contorno esenciales y naturales.

Tema 4.-
Estructuras articuladas. Comportamiento. Tipologías. Ecuación diferencial de gobierno. Matriz de Rigidez del elemento. Síntesis Matriz de Rigidez Global.

Tema 5.-
Estructuras de nudos rígidos. Comportamiento. Esfuerzos. Ecuaciones de equilibrio. Ecuación diferencial de gobierno. Matriz de rigidez del elemento. Síntesis Matriz de rigidez global.

Tema 6.-
Acciones no nodales I. Cargas aplicadas en barras. Vector de cargas equivalente.

Tema 7.-
Acciones no nodales II. Cargas térmicas, tensores, cargas de montaje.

Tema 8.-
Aspectos complementarios. Apoyos elásticos y no-concordantes. Cargas debidas al asiento de los mismos.

Tema 9.-
Condensación estática. Grados de libertad maestros. Elementos con libertades. Subestructuración.

Tema 10.-
Acoplamiento entre grados de libertad.

Tema 11. Introducción al cálculo plástico.
Introducción al análisis no lineal y criterios de plastificación. Rotula plástica. Flexión plástica de vigas.
Análisis elástico-perfectamente plástico y análisis rígido-plástico. Métodos para el análisis no lineal de estructuras.

Tema 12.-
Aspectos constructivos de la edificación industrial. Introducción a la normativa de aplicación.

Tema 13.-
Algoritmos y programación (generalidades). Operaciones con vectores y matrices. Aspectos computacionales Método Directo de la Rigidez. Implementación.

Tema 14.-
Acercamiento al uso software libre y comercial para el cálculo de estructuras .

Practicas de Laboratorio
Práctica 1. Exposición del SW. Estados e hipótesis de cargas.
Práctica 2. (I) Análisis de estructuras articuladas. MEF de barras.
Práctica 3. (II)Análisis de estructuras articuladas. MEF de barras.
Práctica 4. (I) Análisis de estructuras de nudos rígidos.Vigas. MEF de barras.
Práctica 5. (II) Análisis de estructuras de nudos rígidos.Vigas. MEF de barras.
Práctica 6. (I) Análisis de estructuras de nudos rígidos. Pórticos. MEF de barras.
Práctica 7. (II) Análisis de estructuras de nudos rígidos. Pórticos. MEF de barras.
Práctica 8. (III) Análisis de estructuras de nudos rígidos. Pórticos. MEF de barras.

Metodología:

La metodología se basa en el binomio enseñanza-aprendizaje mediante enseñanza presencial, (clases y practicas) y actividades no presenciales a realizar por el estudiante

1.- Clases Teóricas. Clases expositivas en las que se explican los contenidos de la materia.

2.- Clases Prácticas.
2.1.- Clases Prácticas de Aula. Resolución de problemas propuestos. Se trabajará el análisis y puesta en común de conclusiones.
2.2.-Clases Prácticas de Laboratorio. Estudio de un código para el cálculo de estructuras en lenguaje de programación. Introducción al uso de software comercial o freeware para el análisis estructural.

HORAS TOTALES = 150

HORAS PRESENCIALES = 60
Asistencia a Clases Teóricas = 30
Asistencia a Clases Prácticas de Aula = 15
Asistencia a Clases Prácticas Laboratorio = 15

En sesiones presenciales de acuerdo al horario establecido:

Clases Teóricas: 15 sesiones de 2 horas (1 por semana) (1 Grupo)

Clases Prácticas Aula: entre 7 y 8 sesiones de 2 horas (1 cada 2 semanas) (2 Grupos)
En estas Clases Prácticas se realizarán problemas relacionados con los contenidos teóricos

impartidos.

Clases Prácticas Lab: entre 7 y 8 sesiones de 2 horas (1 cada 2 semanas) (4 Grupos)
Las clases prácticas permitirán al alumno la orientación y aplicación de los conocimientos adquiridos, con la formulación e implementación de un código matricial para el análisis de estructuras de barras. Esta tarea contribuirá a consolidar la adquisición de contenidos y visualizar la aplicación práctica de la metodología utilizada.

HORAS NO PRESENCIALES = 90
Trabajo y estudio personal del Alumno = 75 horas
Preparación Trabajos y Memorias Prácticas = 15 horas

Evaluacion:

Criterios de evaluación

La evaluación del trabajo del estudiante y de las competencias adquiridas, se realizará valorando convenientemente las actividades desarrolladas en el sistema de evaluación.
Sistemas de evaluación

El conjunto de actividades que se tiene en cuenta en la evaluación de la asignatura son los siguientes:

Sistema de evaluación continua en la convocatoria ordinaria:
AE1. Valoración de las Memorias de las prácticas de la asignatura.
AE2. Problemas realizados en las clases.
AE3. Examen

Sistema de evaluación no continua en las convocatorias ordinaria, extraordinaria y especial:
AE4. Examen

Criterios de calificación

HAY UNA ASISTENCIA MÍNIMA QUE SE EXIGE A LOS ESTUDIANTES PARA APLICAR LA EVALUACIÓN CONTINUA, TAL COMO ESTABLECE EL REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE, EN SU ARTÍCULO 10. LA ASISTENCIA MÍNIMA SE ESTABLECE EN EL 50%
Las valoraciones de cada una de las actividades de evaluación se muestran desglosadas a continuación:
Convocatoria ordinaria mediante evaluación continua.
==========
Para acceder a la evaluación continua el estudiante ha tenido que entregar las Memorias de las prácticas (AE1) y todos lo problemas realizados en las clases (AE2)
AE1. Valoración de las Memorias de las prácticas de la asignatura realizadas en el periodo presencial. (Hasta 1 punto)
AE2. Problemas realizados en las clases. (Hasta 2 puntos)
AE3. Examen (Hasta 7 puntos)
Para obtener la calificación promedio es necesario obtener un mínimo de 3.5 puntos sobre 7 en el apartado de exámenes (AE3). En el caso de no alcanzar este mínimo el estudiante podrá realizar un examen en la convocatoria ordinaria (AE4) cuya puntuación es de 0 a 10.

Convocatoria ordinaria para los que no han seguido o no han superado la evaluación continua.

==========
AE4. Examen. (Hasta 10 puntos)

Convocatoria extraordinaria y especial
==========
AE4. Examen . (Hasta 10 puntos)

El estudiante que plagie total o parcialmente el contenido de cualquier tarea o prueba de evaluación, o aquel que se valga de medios fraudulentos en su elaboración, obtendrá la calificación de suspenso en la correspondiente convocatoria y podrá ser asimismo objeto de sanción en consonancia con lo así establecido en el artículo 28 del Reglamento de Evaluación de los Resultados de Aprendizaje de la ULPGC.

Aquellos estudiantes que tengan aprobadas las prácticas de la asignatura, éstasserán válidas durante dos años. Siempre y cuando no cambie el proyecto docente en lo que a las competencias adquiridas por las prácticas se refiere.

Asimismo, aquellos estudiantes repetidores que en cursos previos hayan tenido una asistencia regular a las clases en los dos cursos inmediatamente anteriores, tal como establece el Reglamento de Evaluación de los Resultados de Aprendizaje, en suartículo 20, no tendrán obligación de cumplir nuevamente este requisito.
Los alumnos con diversidad funcional o necesidades específicas deberán comunicar y acreditar esta condición por escrito al Centro. La Universidad, a través de los órganos competentes y en coordinación con los Centros docentes, Departamentos universitarios y el profesorado, determinará las medidas oportunas que garanticen que el alumnado que tenga acreditada diversidad funcional o necesidades específicas pueda recibir la docencia y realizar las pruebas de evaluación en las debidas condiciones de igualdad.

Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)

Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)

AF1.- Sesiones Presenciales Teóricas. Se presentarán y debatirán los contenidos de la Asignatura de acuerdo con el temario.

AF2.- Sesiones Presenciales. Problemas en Aula. Resolución y análisis de ejemplos propuestos.

AF3.- Sesiones Presenciales. Prácticas de Laboratorio. Aplicación a la implementación de un modelo informático para la obtención de la respuesta estática de estructuras de barras. Uso de software comercial o freeware para el análisis estructural.

AF4.- Sesiones Presenciales. Tutorias (optativo).

AF9.- Actividad No Presencial. Redacción de Informes Practicas de Laboratorio.

AF11.- Actividad No Presencial. Trabajo Autónomo.

Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencialidad)

Teniendo en cuenta el número de Grupos de Teoría (1), Problemas (2) y Prácticas (4), la carga lectiva de cada actividad y la duración de las clases (2h), la distribución temporal de tareas y actividades se realiza agrupando en 2 semanas (semanas impar/par):

Semanas 1-2: Tema 1 - Tema 2 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 3-4: Tema 3 - Tema 4 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 5-6: Tema 4 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 7-8: Tema 5 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 9-10: Tema 6 - Tema 7 - Tema 8 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 11-12: Tema 9 - Tema 10 - Tema 12 (prácticas laboratorio)
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 13-14: Tema 11 - Tema 12 (prácticas laboratorio) - Tema 13 (prácticas laboratorio) - Tema 14
Actividades Teoría (h): 4
Actividades Prácticas de Aula (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 12

Semanas 15: Tema 11 - Tema 13 (prácticas laboratorio) - Tema 14
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 6
NOTA: se entiende esta semana 15 de ajuste y dependerá del calendario académico oficial aprobado.

Resumen de horas totales:
Actividades Teoría (h): 30
Actividades Prácticas de Aula (h): 30
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 30
Actividades no presenciales y trabajo autónomo (h): 90

Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.

Las clases presenciales (Teoría y Problemas) se realizarán con la ayuda de los medios audiovisuales (pizarra y proyectores) de los que dispone la EIIC.

También, se dispone de licencia multi-usuario del software necesario para las prácticas de laboratorio. Dicho software se encuentra instalado y esta disponible en las Salas de Informatica de la EIIC.

En el caso de que la presencialidad no fuera posible, la docencia se realizará de forma telemática con el apoyo de herramientas del Campus Virtual.

Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.

De acuerdo al Verifica de la Titulación (Materia: Mecánica de Medios Continuos y Estructuras):

1. Comprender las hipótesis básicas de comportamiento estructural. Comprender la relación entre la estructura real y el modelo de cálculo.

2. Comprender y aplicar las ecuaciones de la elasticidad lineal a la resolución de problemas vinculados a la obtención de la respuesta en tensiones/ deformaciones/ desplazamientos de piezas mecánicas o estructuras continuas sometidas a carga estática.

3. Desarrollar la capacidad para la creación de modelos de Elementos Finitos que permitan calcular la respuesta de piezas mecánicas, estructuras continuas o estructuras de barras sometidas a carga estática.

4. Conocer, comprender y aplicar la normativa vigente en todos aquellos aspectos relacionados con el diseño y cálculo de una estructura industrial.

5. Adquirir destreza para aplicar los conceptos aprendidos en el diseño estructural.

Plan Tutorial

Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

En el despacho de los profesores, en horario de tutoría.
La petición de realización de las tutorías se realizará a través de la herramienta TEAMS o través de cita previa mediante el correo institucional. En el Campus Virtual e habilitará un Sistema de

publicación de días y horas de atención a estudiantes como Tutoría presencial (Artículo 42 del R. de Planificación),publicándose en el tablón existente en la sede departamental del Departamento de Ingeniería Civil o en la Web del Departamento.

LAS ACCIONES DIRIGIDAS A ESTUDIANTES EN 5ª, 6ª Y 7ª CONVOCATORIA, ESTUDIANTES DE RETORNO, ESTUDIANTES DE PRÓRROGA Y A CUALQUIER OTRO COLECTIVO DE ESTUDIANTES QUE CONTEMPLE LA POSIBILIDAD DE REALIZAR ACCIÓN TUTORIAL, SE DESARROLLARÁN CONFORME AL PROCEDIMIENTO DE ACCIÓN Y SEGUIMIENTO TUTORIAL DE LA EIIC (PLAN DE ACCIÓN TUTORIAL). EL PLAN DE ACCIÓN TUTORIAL SE INICIARÁ CON LA SOLICITUD DEL ESTUDIANTE SEGÚN DICHO PROCEDIMIENTO.

Atención presencial a grupos de trabajo

No procede. No esta prevista la realización de Trabajos en Grupo.

Attention to work groups

In the classroom practical classes

Atención telefónica

En el despacho de los profesores, en horario de tutoría.

Telephone support

In the office of teachers in tutoring schedule.

Atención virtual (on-line)

La realización de las tutorías se realizará a través de las herramientas del Campus Virtual o TEAMS
Virtual attention (online)

The realization of the tutorials will be done through the Campus Virtual tools.

Datos identificativos del profesorado que la imparte.

Datos identificativos del profesorado que la imparte

Dr./Dra. Guillermo Manuel Álamo Meneses *(COORDINADOR)*

Departamento: *263 - INGENIERÍA CIVIL*
Ámbito: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*
Área: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*
Despacho: *INGENIERÍA CIVIL*
Teléfono: *928451913* **Correo Electrónico:** *guillermo.alamo@ulpgc.es*

D/Dña. Carlos Manuel Medina Álvarez

Departamento: *263 - INGENIERÍA CIVIL*

Ámbito: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Área: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Despacho: *INGENIERÍA CIVIL*

Teléfono: **Correo Electrónico:** *carlos.alvarez@ulpgc.es*

Bibliografía

[1 Básico] Calculo plástico de las construcciones: estructuras planas /

Ch. Massonnet y M.Save.

Montaner y Simón,, Barcelona : (1966)

[2 Básico] Cálculo matricial de estructuras /

E. Alarcón Álvarez, R. Álvarez Cabal, Mª S. Gómez Lera.

Reverté,, Barcelona : (1986)

8429148019

[3 Básico] Introducción al análisis estructural con matrices /

Hayrettin Kardestuncer ; traductores, Jose Vicente Casas Reyes, Jaime Isaza Bernal.

Libros Mac Graw-Hill,, México : (1975)

0070909032

[4 Básico] Teoría de estructuras /

José Domínguez Abascal.

ETSII, Universidad Politécnica,, Las Palmas de Gran Canaria : (1981)

[5 Básico] Cálculo matricial de estructuras /

Ramón A. Abascal García.

Escuela Superior de Ingenieros Industriales,, Sevilla : (2000)

8488783132

[6 Básico] Finite element structural analysis /

T.Y. Yang.

Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N.J : (1986)

0133171167

[7 Recomendado] Matrix analysis of structures /

Aslam Kassimali.

Cengage Learning,, Australia ... [etc.] : (2012) - (2nd ed., SI.)

9781111426224

[8 Recomendado] Nociones de cálculo plástico: de vigas rectas y pórticos simples /

Carlos Benito.

Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento,, Madrid : (1966) - (2ª ed.)

[9 Recomendado] Análisis de estructuras :Métodos clásicos y matriciales /

Pascual Martí Montrull.

Horacio Escarabajal,, [s.l.] : (2007) - (2ª ed.)

9788493296629

[10 Recomendado] Teoría de las estructuras /

por S. P. Timoshenko y D. H. Young ; traducido por C. Calvo Rodríguez y J. L. Nieto Martinez.
Urmo,, Bilbao : (1975)
8431402415

[11 Recomendado] Finite element analysis :theory and application with Ansys /

Saeed Moaveni.
Prentice Hall,, Upper Saddle River, NJ : (2003) - (2nd ed.)
0131112023