



## Grado en Ingeniería Civil 28714 - Teoría de estructuras

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Miguel Angel Morales Arribas -

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Aunque no se exige tener aprobadas las asignaturas de Matemáticas, Física y Mecánica de primer curso, resulta muy recomendable haber adquirido destreza en la aplicación de los conceptos básicos de las mismas. El alumno, antes de comenzar este curso, debería ser capaz de:

- Comprender el concepto de función y saber trabajar con polinomios y funciones trigonométricas.
- Resolver un sistema lineal con diversos números de incógnitas.
- Resolver una ecuación polinómica de "n" grados.
- Manejar nociones básicas de cálculo vectorial y matricial.
- Derivar e integrar funciones polinómicas.
- Derivar e integrar funciones trigonométricas.
- Realizar con soltura cambios de unidades.
- Proyectar vectores en sistemas de dos y tres dimensiones.
- Calcular el módulo de un vector.
- Aplicar las ecuaciones de la estática para obtener una o más fuerzas desconocidas.
- Calcular celosías articuladas simples.
- Calcular leyes de esfuerzos de vigas biapoyadas simples.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Los horarios de clase, así como la distribución de grupos para prácticas, serán transmitidos a los alumnos por parte del profesor al comienzo del curso académico. Dicho horario estará publicado en la plataforma Moodle así como en la web del centro universitario ([www.eupla.es](http://www.eupla.es)).

Existirán, dentro de las pruebas finales, exámenes obligatorios para todos los alumnos, dichas fechas serán publicadas en la web de la universidad ([www.eupla.es](http://www.eupla.es)) al comienzo del curso académico.

Las fechas de posibles actividades adicionales serán publicadas al comienzo del curso académico, informados por parte del docente el primer día lectivo, y además se dará publicidad de ellas a través de la plataforma moodle.

---

# Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

### El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Explicar la teoría de los cuerpos deformables. Captando el fenómeno físico de la deformación de los sólidos, así como los esquemas resistentes anejos a las diferentes tipologías estructurales.
- 2:** Determinar correctamente los dos principios básicos que todo sólido deformable debe cumplir:
  1. Equilibrio tanto de fuerzas exteriores como de esfuerzos internos.
  2. Compatibilidad de deformaciones del sólido con las coacciones externas e internas.Pudiendo plantear para elementos estructurales sencillos, las ecuaciones en que ambos principios quedan reflejados.
- 3:** Explicar cómo afectan las características seccionales en el comportamiento y análisis estructural global.
- 4:** Explicar el funcionamiento resistente estructural para un posterior dimensionamiento.
- 5:** Organizar, planificar y resolver un problema de resistencia de materiales y/o estructuras.
- 6:** Determinar tensiones y deformaciones en flexión pura, compuesta y simple.
- 7:** Resolver estructuras isostáticas e hiperestáticas.
- 8:** Saber utilizar la metodología general y las herramientas de software en el nivel apropiado para trabajar con sistemas estructurales.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de "Teoría de estructuras" de Segundo Curso de "Ingeniería Civil" tiene en el actual Plan de Estudios una carga lectiva de 6 créditos ECTS y se imparte en el primer semestre.

Se trata de una asignatura englobada en el grupo de asignaturas de Formación Común de la carrera.

Una de las necesidades fundamentales de la ingeniería de construcción es la de, valga la redundancia, CONSTRUIR en cualquiera de sus diferentes ámbitos: planeamiento, proyecto, ejecución, mantenimiento, gestión, etc. Esa actividad debe realizarse bajo unas condiciones estructurales de permanencia, estabilidad y durabilidad, sin perjuicio del factor económico. Por este motivo en todas las escuelas de Ingenieros Civiles se asigna una parcela importante de sus planes de estudio a la formación estructural de sus alumnos. La teoría de la Resistencia de Materiales es donde se encuentran los fundamentos teóricos básicos de gran parte del resto de las asignaturas de la carrera relacionadas con el análisis y dimensionamiento estructural.

En este documento se marcan las líneas generales de la nueva asignatura, no obstante las pautas definitivas que marcarán la programación de la asignatura y la evaluación de los alumnos se indicarán en clase y a través de la plataforma informática Moodle a principio de cada curso.

## Ejemplo

## **Ejemplo del tipo de problema que será capaz de resolver el alumno**

Se trata de un arco circular de radio cinco metros, su extremo izquierdo es un apoyo con una única coacción en el movimiento vertical; el extremo derecho es un empotramiento. Ambos extremos están unidos por un cable. Existe una rótula en la clave del arco.

Las acciones que afectan a la estructura son el viento, que irá de izquierda a derecha con una fuerza de 2KN/m y una carga puntual de 10KN sobre la clave. Es resto de datos necesarios para realizar el ejercicio deben ser supuestos por parte del alumno.

Se pide calcular las reacciones en los apoyos y en el cable.

---

## **Contexto y competencias**

---

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

#### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Al finalizar esta materia, el alumno captará el fenómeno físico de la deformación de los sólidos, así como los esquemas resistentes anejos a las diferentes tipologías estructurales.

Del mismo modo habrá de tener bien claro los dos principios que todo sólido deformable ha de cumplir:

- a) Equilibrio tanto de fuerzas exteriores como de esfuerzos internos.
- b) Compatibilidad de deformaciones del sólido con las coacciones externas e internas.

De esta forma el alumno deberá ser capaz de plantear, para elementos estructurales sencillos, las ecuaciones en que ambos principios quedan reflejados.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La asignatura de Teoría de Estructuras, forma parte del Grado en Ingeniería Civil que imparte la EUPLA, enmarcándose dentro del grupo de asignaturas que conforman el módulo denominado Formación Común. Se trata de una asignatura de segundo curso ubicada en el tercer semestre y de carácter obligatorio (OB), con una carga lectiva de 6 créditos ECTS.

Dicha asignatura implica uno de los primeros contactos del alumno con las competencias específicas de la titulación, además de aportar una formación adicional útil en el desempeño de las funciones del ingeniero civil relacionadas con el campo de las estructuras. No se puede entender un ingeniero civil sin unos fundamentos estructurales de gran nivel, y la Teoría de Estructuras, que en el fondo no deja de ser la introducción a la disciplina de resistencia de materiales, tiene el objetivo de generar los cimientos (nunca mejor dicho) de estos conocimientos indispensables para el desempeño de la profesión ingenieril.

La necesidad de la asignatura dentro del plan de estudios de la presente titulación está más que justificada y se entiende que lo ideal sería que, como estudiante, se comenzara esta asignatura con las ideas claras en lo que respecta a los conocimientos de la estática, matemáticas y física, conocimientos previos adquiridos en estudios anteriores.

#### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

**1:**  
C04. Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.

G01. Capacidad de organización y planificación.

- G02. Capacidad para la resolución de problemas.
- G03. Capacidad para tomar decisiones.
- G04. Aptitud para la comunicación oral y escrita de la lengua nativa.
- G05. Capacidad de análisis y síntesis.
- G06. Capacidad de gestión de la información.
- G07. Capacidad para trabajar en equipo.
- G08. Capacidad para el razonamiento crítico.
- G09. Capacidad para trabajar en un equipo de carácter interdisciplinar.
- G10. Capacidad de trabajar en un contexto internacional.
- G11. Capacidad de improvisación y adaptación para enfrentarse a nuevas situaciones.
- G12. Aptitud de liderazgo.
- G13. Actitud social positiva frente a las innovaciones sociales y tecnológicas.
- G14. Capacidad de razonamiento, discusión y exposición de ideas propias.
- G15. Capacidad de comunicación a través de la palabra y de la imagen.
- G16. Capacidad de búsqueda, análisis y selección de la información.
- G17. Capacidad para el aprendizaje autónomo.
- G18. Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel, que si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- G19. Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- G20. Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- G21. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- G22. Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- G23. Conocer y comprender el respeto a los derechos fundamentales, a la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, la accesibilidad universal para personas con discapacidad, y el respeto a los valores propios de la cultura de la paz y los valores democráticos.
- G24. Fomentar el emprendimiento.
- G25. Conocimientos en tecnologías de la información y la comunicación.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Esta asignatura tiene un marcado carácter teórico en el que se establecen los conceptos fundamentales del cálculo estructural. A través de la consecución de los pertinentes resultados de aprendizaje se obtiene la capacidad necesaria para el entendimiento del funcionamiento estructural, los cuales serán absolutamente imprescindibles para la formación del alumno, e indispensables para superar el resto de asignaturas del grado relacionadas con las estructuras.

Un proyecto de estructuras comprende tres fases: diseño, análisis y dimensionamiento. En el caso concreto de esta asignatura se pretende que el alumno obtenga un buen nivel de la segunda fase, el análisis. Posteriormente se ampliará en la asignatura de Tecnología de Estructuras.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

La evaluación es elemento básico en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que el único mecanismo que permite, en cualquier momento de un período educativo, detectar el grado de consecución de los resultados de aprendizaje propuestos y, si procede, aplicar las correcciones precisas.

La evaluación debe entenderse como un proceso continuo e individualizado a lo largo de todo el período de enseñanza-aprendizaje, valorando prioritariamente las capacidades y habilidades de cada alumno, así como los rendimientos de los mismos.

El proceso evaluativo incluirá dos tipos de actuación:

1. Un **sistema de evaluación continua**, que se realizará a lo largo de todo el período de aprendizaje.
2. Una **prueba global de evaluación**, que refleje la consecución de los resultados de aprendizaje, al término del período de enseñanza.

Estos procesos valorativos se realizarán mediante:

- Observación directa del alumno para conocer su actitud frente a la asignatura y el trabajo que esta exige (atención en clase, realización de trabajos encomendados, resolución de cuestiones y problemas, participación activa en el aula, etc.).
- Observación directa de las habilidades y destrezas en el trabajo diario.
- Comprobación de sus avances en el campo conceptual (preguntas en clase, comentarios en el aula, realización de pruebas, etc.).

**2:**

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA**

La calificación de la asignatura mediante el Sistema de evaluación continua se ha establecido para facilitar el aprovechamiento de la asignatura independientemente de las circunstancias personales del alumno. Para ello se ha planteado un calendario de pruebas parciales que cubren la totalidad de la asignatura de manera segmentada.

De tal manera que se realizarán dos o tres pruebas parciales no excluyentes, que consistirán en exámenes escritos que comprenderán cuestiones teóricas, teórico-prácticas y problemas relacionados con las unidades docentes impartidas con anterioridad a las fechas de las respectivas pruebas.

La nota de la evaluación continua se obtendrá como media de las pruebas parciales realizadas, siendo necesario obtener una media de al menos 5 puntos para superar la asignatura.

Será condición indispensable para aprobar en evaluación continua el asistir al 80% de las actividades presenciales: clases, visitas técnicas, prácticas, etc.

En el caso de no aprobar en la modalidad de evaluación continua deberá realizarse la prueba global de evaluación final descrita en el siguiente apartado.

No se guardarán partes ni notas de un curso académico a otro.

Las fechas y horarios de exámenes finales son susceptibles de cambios. Prevalecerán las fechas oficiales publicadas en <http://www.eupla.es>.

### **3: PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN FINAL**

El alumno deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el sistema de evaluación continua, o no haya superado la asignatura en la evaluación continua.

Al igual que en la metodología de evaluación anterior, la prueba global de evaluación final tiene que tener por finalidad comprobar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, al igual que contribuir a la adquisición de las diversas competencias descritas con anterioridad.

La prueba global de evaluación consistirá en un examen escrito en el que habrá cuestiones teóricas, teórico-prácticas y problemas. Se entiende que, por el tipo de asignatura, el aprendizaje es acumulativo durante todo el curso y que esta prueba final debe recoger fielmente los conocimientos que el alumno debe adquirir tras cursar esta materia. El porcentaje de la prueba final de evaluación supondrá el 100% de la nota de la asignatura ya que el alumno. Este examen de la prueba final de evaluación podrá ser el mismo que el que se realice a los alumnos que hayan seguido el sistema de evaluación continua sin éxito.

Se supera la asignatura aprobando la prueba global final.

No se guardarán partes ni notas de un curso académico a otro.

Las fechas y horarios de exámenes finales son susceptibles de cambios. Prevalecerán las fechas oficiales publicadas en <http://www.eupla.es>

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La metodología docente se basa en la interacción profesor/alumno a través de las clases y las tutorías y del trabajo personal del alumno. No obstante, se debe tener en cuenta que el alumnado debe marcar su ritmo de aprendizaje en función de sus necesidades y disponibilidad, siguiendo las directrices marcadas por el profesor.

### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

##### **1: Actividades presenciales:**

1. Clases teóricas: Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos.
2. Clases prácticas, clases de problemas: Los alumnos desarrollarán ejemplos y realizarán problemas o casos prácticos referentes a los conceptos teóricos estudiados.

##### **2: Actividades autónomas tutorizadas:**

Estas actividades estarán tutorizadas por el profesorado de la asignatura. El alumno tendrá la posibilidad de realizar estas actividades en el centro, bajo la supervisión de un profesor de la rama/departamento.

### **3: Actividades de refuerzo:**

A través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades serán personalizadas y controlada su realización a través del mismo.

### **4: Organización de la docencia:**

- Clases expositivas: Actividades teóricas y/o prácticas impartidas de forma fundamentalmente expositiva por parte del profesor.
- Prácticas de aula/seminarios/talleres: Actividades de discusión teórica o preferentemente prácticas realizadas en el aula y que requieren una elevada participación del estudiante.
- Prácticas de laboratorio/campo/aula de informática/aula de idiomas: Actividades prácticas realizadas en los laboratorios, en el campo, en las aulas de informática o aula de idiomas.
- Tutorías grupales: Actividades programadas de seguimiento del aprendizaje en las que el profesor se reúne con un grupo de estudiantes para orientar sus labores de aprendizaje autónomo y de tutela de trabajos dirigidos o que requieren un grado de asesoramiento muy elevado por parte del profesor.
- Tutorías individuales: podrán ser presenciales o virtuales. Se recomienda al alumno el uso del foro de la plataforma Moodle para resolver dudas. Pudiendo ser la información que ahí se contenga útil para el resto de los alumnos.

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno en la asignatura durante el semestre. El 40% de este trabajo (60 h.) se realizará en el aula, y el resto será autónomo. Un semestre constara de 15 semanas lectivas.

Para realizar la distribución temporal se utiliza como medida la semana lectiva, en la cual el alumno debe dedicar al estudio de la asignatura 10 horas.

Un resumen de la distribución temporal orientativa de una semana lectiva puede verse en la tabla siguiente. Estos valores se obtienen de la ficha de la asignatura de la Memoria de Verificación del título de grado. La asignatura tiene un grado de experimentalidad bajo, con la siguiente distribución temporal de una semana lectiva: clases teóricas 3 horas, clases prácticas 1 hora, actividades autónomas 6 horas.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

A continuación, se muestran los contenidos a impartir en cada semana lectiva. Estos se corresponden con los temas presentados en el contenido de la asignatura. (Podrán sufrir variaciones para adaptarse a modificaciones e imprevistos en el calendario escolar).

Semana 1: Tema 1. Introducción. Conceptos fundamentales.

Semana 2: Tema 2. Cálculo isostático de esfuerzos.

Semana 3: Tema 2. Cálculo isostático de esfuerzos.

Semana 4: Tema 3. Propiedades mecánicas de los materiales.

Semana 5: Tema 4. Tracción y compresión simples. Sistemas de barras a extensión.

Semana 6: Tema 5. Flexión pura.

Semana 7: Tema 5. Flexión pura.

Semana 8: Tema 6. Flexión compuesta.

Semana 9: Tema 7. Flexión simple. Esfuerzos cortantes y Tema 8. Torsión Pura

Semana 10: Tema 9. Deformación de vigas.

Semana 11: Tema 10. Teoremas energéticos.

Semana 12: Tema 11. Vigas hiperestáticas. Introducción al cálculo de estructuras.

Semana 13: Tema 12. Flexibilidad y rigidez.

Semana 14: Tema 12. Flexibilidad y rigidez.

Semana 15: Tema 13. Pórticos y arcos.

Las fechas de los exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>. El calendario definitivo del curso académico correspondiente se podrá ver en la web del centro educativo <http://www.eupla.es>.

## Contenidos

### Contenidos de la asignaturas indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.

Las pautas seguidas para elaborar los contenidos han sido las siguientes:

- Se respetaron los contenidos propuestos en la memoria de verificación.
- Se desarrolló un temario cuyos capítulos concuerdan en general con los títulos del programa especificado. Cuando así no se hizo fue porque por su extensión y/o correlación se incluyó en otro.
- Se seleccionó una nutrida bibliografía de reconocida solvencia técnica, clásica y de ediciones actuales

El programa de la asignatura se estructura en torno a dos componentes de contenidos complementarios:

- Teóricos.
- Prácticos.

### **CONTENIDOS TEÓRICOS.**

La elección del contenido de las diferentes unidades didácticas se ha planteado buscando la clarificación expresa del objetivo pretendido de modo que el alumno obtenga un conocimiento estructurado y asimilable.

Los contenidos teóricos se agrupan en dos bloques diferenciados, la primera de carácter teórico y la segunda de aplicación.

### **PARTE I**

#### **Tema 1: Introducción. Conceptos fundamentales.**

Tensión y Deformaciones.

Vigas. Definición y tipos.

Tipos de apoyos. Enlaces.

Concepto de esfuerzos.

#### **Tema 2: Cálculo isostático de esfuerzos.**

Leyes de Esfuerzos: Axiles, Cortantes y flectores.

#### **Tema 3: Propiedades mecánicas de los materiales.**

Tensión normal y deformación longitudinal.

Diagrama de tensión-deformación.

#### **Tema 4: Tracción y compresión simples. Sistemas de barras a extensión.**

Energía de deformación y trabajo de fuerzas exteriores.



Compatibilidad de deformaciones en casos hiperestáticos.

### **Tema 5: Flexión Pura**

Conceptos previos: Centro de Gravedad, momento estático y momento de inercia.

Hipótesis de Navier-Bernouilli: relación entre curvatura y deformada.

Energía de deformación y trabajo de fuerzas exteriores.

Homogeneización de secciones compuestas.

### **Tema 6: Flexión Compuesta.**

Centrada y esviada.

### **Tema 7: Flexión Simple. Esfuerzos cortantes.**

Concepto de tensiones tangenciales.

Energía de deformación y trabajo de fuerzas exteriores.

### **Tema 8: Torsión pura.**

Concepto de torsión.

Energía de deformación y trabajo de fuerzas exteriores.

## **PARTE II**

### **Tema 9: Deformación en vigas.**

Ecuación diferencial de la elástica: Deformación por flexión.

Fórmulas de Bressé: Deformación por Axil, flexión y cortante.

Teoremas de la Viga conjugada.

### **Tema 10: Teoremas Energéticos.**

Teorema de Castigliano.

### **Tema 11: Vigas Hiperestáticas. Introducción al cálculo de estructuras.**

Superposición de estados isostáticos.

Condiciones de Contorno.

### **Tema 12: Flexibilidad y Rigidez.**

Método de Flexibilidad.

Método de Rigidez.

Teorema de Clapeyron

### **Tema 13: Pórticos y Arcos.**

Análisis de pórticos.

Análisis de arcos.

## **CONTENIDOS PRÁCTICOS.**

Cada tema expuesto en la sección anterior, lleva asociadas prácticas al respecto, ya sean mediante supuestos prácticos en clase o en el laboratorio de estructuras, interpretación y comentario de lecturas asociadas a la temática y/o trabajos conducentes a la obtención de resultados y a su análisis e interpretación.

Conforme se desarrollen los temas se irán planteando dichas Prácticas, bien en clase o mediante la plataforma Moodle.

## Recursos

### Materiales

Material	Soporte
Apuntes	Papel
Transparencias resumen	Repositorio
Casos a estudio	Web
Problemas	
Propuesta de trabajos	
Enlaces de interés	
Software	OpenOffice
Programas de cálculo de estructuras	Se indican en clase

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Beer, Ferdinand P.. Mecánica de materiales / Ferdinand P.Beer,E. Russell Johnston, Jr. . - 2ª ed. Santafé de Bogotá [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1993
- Fernández Díaz-Munio, Rafael. Tutores :curso tutorial de resistencia / Rafael Fernández Díaz-Munio. - 1ª edc Madrid : E.T.S.I.Caminos, Canales y Puertos, cop. 2006
- González de Cangas, José Ramón. Cálculo de estructuras / por José Ramón González de Cangas, Avelino Samartín Quiroga Madrid : Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones, 1999
- Martínez-Osorio Chana, Juan Manuel. Resistencia de materiales / Juan Manuel Martínez-Osorio Chana, Sonia Araujo López . - Ed. estudiante Madrid : García-Maroto, D. L. 2008
- Millais, Malcom. Estructuras de edificación / Malcom Millais. - 1ª edic Madrid : Celeste, D.L.1997
- Números gordos en el proyecto de estructuras / autores, Juan Carlos Arroyo Portero ... [et al.] . 2ª ed. corr. y amp., 2ª reimp. [Madrid] : Cinter Divulgación Técnica, imp. 2011
- Pérez Benedicto, JA; Remacha Andres, M; Salesa Bordonaba,Angel.. Resistencia de Materiales. Problemas Resueltos./JA.Pérez Benedicto, M. Remacha Andrés, A. Salesa Bordonaba.. - 1ª edición Zaragoza:Copycenter,2012.
- Salvadori, Mario. Estructuras para arquitectos / Mario Salvadori ; con la colaboración de Robert Heller. - 3a ed. Kliczkowski [etc.] ; Rivas-Vaciamadrid, Madrid [etc.] ;, 1998
- Sanz Balduz, I.; Salesa Bordonaba, Angel.. Problemas resueltos de tecnología de estructuras/ Luis Javier Sanz Balduz, Angel Salesa Bordonaba.. - 1ª edc Zaragoza: Copycenter, 2011.
- Schodek, Daniel L.. Structures / Daniel L. Schodek, Martin Bechthold Upper Saddle River (New Jersey) : Pearson Education, cop. 2008
- Timoshenko, Stephen P.. Elementos de resistencia de materiales / por S. Timoshenko y D. H. Young . - [2a. ed., 1a. reimp.] México : Uteha, 1991