

GUÍA DE APRENDIZAJE

CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES

GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

GRADO DE INGENIERIA MARITIMA

Datos Descriptivos

| | |
|----------------------------|---|
| CENTRO RESPONSABLE: | E.T.S. DE INGENIEROS NAVALES |
| OTROS CENTROS IMPLICADOS: | |
| CICLO: | Grado con atribuciones |
| MÓDULO: | MÓDULO 0.2: Asignaturas tecnológicas comunes |
| MATERIA: | |
| ASIGNATURA: | CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES |
| CURSO: | 1 ^o |
| DEPARTAMENTO RESPONSABLE: | ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION NAVALES |
| CRÉDITOS EUROPEOS: | 4 |
| CARÁCTER: | OBLIGATORIA |
| ITINERARIO: | |
| CURSO ACADÉMICO: | 2010/2011 |
| PERIODO DE IMPARTICIÓN: | Semestre 2º (Febrero-Junio) |
| IDIOMAS IMPARTICIÓN: | Español |
| OTROS IDIOMAS IMPARTICIÓN: | |
| HORAS/CRÉDITO: | 27 |

Profesorado

COORDINADOR: **JUAN CARLOS SUAREZ BERMEJO**

| NOMBRE | DESPACHO | EMAIL | EN INGLÉS |
|----------------------------|----------|--------------------------|-----------|
| JUAN CARLOS SUAREZ BERMEJO | P1.51 | juancarlos.suarez@upm.es | No |
| MARIA PAZ PINILLA CEA | P2.19 | paz.pinilla@upm.es | No |

(*) Profesores externos en *cursiva*.

Tutorías

| NOMBRE | TUTORÍAS | | | |
|--------|----------|-----|----|---|
| | Lugar | Día | De | A |

Grupos

| | | Nº de grupos |
|----------------------|-------------|--------------|
| GRUPOS ASIGNADOS EN: | Teoría | 3 |
| | Prácticas | 9 |
| | Laboratorio | 14 |

Requisitos previos necesarios

| ASIGNATURAS SUPERADAS |
|-----------------------|
| QUIMICA |

| OTROS REQUISITOS |
|------------------|
| |

Conocimientos previos recomendados

| ASIGNATURAS PREVIAS RECOMENDADAS |
|----------------------------------|
|----------------------------------|

| CONOCIMIENTOS PREVIOS |
|-----------------------|
|-----------------------|

| OTROS CONOCIMIENTOS |
|---------------------|
|---------------------|

Para poder abordar con éxito la asignatura, es deseable que el alumno posea una serie de conocimientos previos, de acuerdo con el nivel exigido en bachillerato y los conocimientos adquiridos en la asignatura de Química cursada en el primer semestre de primer curso.

Competencias

| CÓDIGO | COMPETENCIA | NIVEL | RA |
|--------|---|-------|---|
| CE 20 | Conocimiento de las características de los materiales estructurales navales y de los criterios para su selección. | N2 | RA_05 RA_07 RA_08 RA_09 |
| CE 22 | Capacidad para el diseño y cálculo de estructuras navales. | N2 | RA_03 RA_04 RA_05 RA_06 RA_09 |
| CE 8 | Conocimiento de la ciencia y tecnología de materiales y capacidad para su selección y para la evaluación de su comportamiento. | N3 | RA_01 RA_02 RA_03 RA_08 RA_09 |
| CG 5 | Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. | N3 | RA_02 RA_05 RA_07 RA_08 RA_09 |

Resultados de aprendizaje

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|--------|---|
| RA_01 | Conocer y comprender los diagramas de equilibrio binarios en particular el diagrama hierro#carbono, manejando los conceptos de constituyente y fase |
| RA_02 | Conocer los ensayos a realizar para la caracterización de un material |
| RA_03 | Comprender la acción de los elementos aleantes y sus propiedades en los aceros |
| RA_04 | Conocer los tratamientos térmicos de los aceros |
| RA_05 | Manejar las cualidades de los aceros al carbono y los aceros especiales aleados |
| RA_06 | Conocer las fundiciones de acero |
| RA_07 | Conocer el aluminio y sus aleaciones, especialmente las de aplicación naval |
| RA_08 | Conocer los materiales cerámicos, los polímeros y los compuestos y sus aplicaciones características |
| RA_09 | Conocer los procedimientos de selección de materiales |

Indicadores de logro

| CÓDIGO | INDICADOR | RA |
|--------|--|----------------|
| IN_01 | Identificar los distintos tipos de materiales (metálicos, polímeros, cerámicos, materiales compuestos) por sus propiedades | RA_01 |
| IN_02 | Relacionar las propiedades de los materiales con el tipo de enlace que presentan. | RA_01 |
| IN_03 | Una vez conocidas las aplicaciones de los, estudiar las etapas que se deben considerar para su fabricación y las limitaciones en el diseño. | RA_09 |
| IN_04 | Entender que el precio y la disponibilidad de un material es primordial a la hora de elegir un material. | RA_09 |
| IN_05 | Una vez conocida la estructura de los materiales y los procesos que ocurren a nivel atómico, estudiar las propiedades mecánicas de estos y los ensayos que existen para caracterizarlos. | RA_02 |
| IN_06 | Comprender los ensayos de tracción, compresión y flexión, lo que nos lleva, a conceptos tan importantes, como esfuerzo y deformación en sus distintas variantes. | RA_02 |
| IN_07 | Conocer que el módulo de Young refleja la rigidez de los enlaces que unen los átomos. | RA_02 |
| IN_08 | Entender que la forma en que están empaquetados los átomos tiene una gran influencia en el valor de rigidez del material. | RA_02 |
| IN_09 | Ser capaz de elegir un material en función de su utilización y con un diseño limitado por el módulo elástico. | RA_05 RA_09 |
| IN_10 | Comprender qué ocurre cuando se supera en los materiales su límite elástico. | RA_04 |
| IN_11 | Explicar que ocurre con la tenacidad, resiliencia y ductilidad cuando modificamos las condiciones de temperatura, el número de defectos, etc. | RA_04 RA_05 |
| IN_12 | Ser capaz de obtener una información útil de los ensayos de tracción, compresión, flexión y dureza cuando nuestro material presenta una deformación plástica. | RA_02 |
| IN_13 | Estudiar los mecanismos fundamentales de la deformación plástica. | RA_02 |
| IN_14 | Saber que con el ensayo de fatiga recoge el comportamiento de un material cuando se le aplica un esfuerzo cíclico. Saber destacar la importancia que tiene este fenómeno en la ruptura catastrófica. | RA_02 RA_03 |

| | | |
|-------|--|-------------------------|
| IN_15 | Comprender que la rotura accidental de los materiales de ingeniería tiene como posibles causas la mala selección de los materiales, mal diseño, conformación inadecuada o una utilización incorrecta. | RA_04 RA_09 |
| IN_16 | Estudiar y analizar casos prácticos de diseño limitado por la fractura | RA_02 RA_09 |
| IN_17 | Saber interpretar un diagrama de fases de uno o de dos componentes, así como las diferentes fases y grados de libertad que puede presentar este diagrama. | RA_01 |
| IN_18 | Analizar las transformaciones, microestructura y clasificación de los diferentes tipos de aceros Describir aleaciones basadas en otros elementos como el aluminio , el cobre y el titanio que también tienen aplicación en el mundo naval.Estudiar la obtención, conformado y unión de materiales metálicos. | RA_05 RA_06 RA_07 |
| IN_19 | Conocer los materiales cerámicos y vidrios para construcción naval e ingeniería oceánica | RA_08 |
| IN_20 | Analizar el comportamiento mecánico de los polímeros.Estudiar la obtención, conformado y unión de materiales poliméricos y elastómeros.Conocer los diferentes tipos de adhesivos y sus propiedades. | RA_08 |
| IN_21 | Conocer y diferenciar los diferentes tipos de materiales compuestos clasificados, en función de la naturaleza de su matriz, tipos de refuerzo, etc. Analizar mediante una serie de ejemplos, las aplicaciones prácticas de los materiales compuestos en diferentes campos comerciales e industriales. | RA_08 RA_09 |
| IN_22 | Conocer la metodología de selección de materiales.Estudiar las fuentes de información sobre materiales Resolver casos prácticos de selección de materiales | RA_09 |

Contenidos específicos (temario)

| TEMA / CAPÍTULO | APARTADO | |
|---|--|--|
| Tema 1. Introducción: materiales para la construcción naval y la ingeniería oceánica | Los materiales de ingeniería y sus propiedades | IN_01 |
| | Ejemplos de aplicación de materiales en la construcción naval y la ingeniería oceánica | IN_01 IN_03 IN_04 |
| | El precio y la disponibilidad de materiales | IN_01 IN_04 |
| | Metodología de selección de materiales | IN_01 |
| Tema 2. Comportamiento elástico de materiales estructurales | Conceptos de tensión y deformación | IN_02 IN_05 |
| | Leyes de comportamiento en régimen elástico | IN_05 IN_07 |
| | Ensayos para la determinación de las propiedades elásticas | IN_01 IN_06 IN_07 IN_08 |
| | Bases físicas del comportamiento elástico | IN_01 IN_09 IN_10 |

| | | |
|---|--|---|
| Tema 3.Comportamiento plástico de materiales estructurales | Límite elástico, resistencia a la tracción | IN_01 IN_08 IN_10 IN_11 |
| | Ductilidad, resiliencia, tenacidad | IN_11 IN_12 IN_13 |
| | Leyes de comportamiento en régimen plástico | IN_09 IN_10 IN_11 IN_13 |
| | Ensayos para la determinación de las propiedades plásticas | IN_12 IN_13 |
| | Tensión y deformación verdaderas | IN_06 IN_07 IN_08 |
| | Bases físicas del comportamiento plástico | IN_13 |
| | Tema 4.Fractura y fatiga | Planteamientos global y local de la Mecánica de la Fractura |
| | Criterios de fractura | IN_14 IN_15 |

| | | |
|------------------------------|--|----------------------------------|
| | Micromecanismos de fractura | IN_14 IN_15 |
| | Casos prácticos de diseño limitado por la fractura | IN_14 IN_15 IN_16 |
| | Probabilidad de fractura en materiales frágiles | IN_14 IN_15 |
| | Fallo por fatiga | IN_13 IN_14 IN_15 |
| | Diseño atendiendo al comportamiento a fatiga de los materiales | IN_15 IN_16 |
| | Casos prácticos de diseño limitado por la fatiga | IN_01 |
| Tema 5. Materiales Metálicos | Materiales metálicos para construcción naval e ingeniería oceánica | IN_17 IN_18 IN_19 |
| | Microestructura de los materiales metálicos | IN_17 |
| | Diagramas de fase | IN_05 IN_08 IN_17 IN_18 |

| | | |
|--|--|-------------------------|
| | Transformaciones de fase: Solidificación y cambios de fase en estado sólido | IN_02 IN_17 |
| | El sistema Fe-C: Aceros al carbono, Aceros aleados y Fundiciones | IN_17 IN_18 |
| | Aleaciones ligeras | IN_17 IN_18 |
| | Obtención, conformado y unión de materiales metálicos | IN_01 IN_16 IN_18 |
| Tema 6. Materiales cerámicos y vidrios | Materiales cerámicos y vidrios para construcción naval e ingeniería oceánica | IN_19 |
| | Microestructura de los materiales cerámicos y vidrios | IN_19 |
| | Propiedades mecánicas de las cerámicas y vidrios | IN_19 |
| | Obtención, conformado y unión de materiales cerámicos y vidrios | IN_19 |
| Tema 7. Materiales poliméricos y elastómeros | Materiales poliméricos y elastómeros para construcción naval e ingeniería oceánica | IN_01 IN_20 |
| | Microestructura de los materiales poliméricos y elastómeros | IN_01 IN_20 |
| | Comportamiento mecánico de los polímeros. | IN_01 IN_20 |

| | | |
|--|---|----------------------------------|
| | Obtención, conformado y unión de materiales poliméricos y elastómeros | IN_01 IN_20 |
| | Adhesivos | IN_01 IN_20 |
| | Pinturas | IN_01 IN_20 |
| Tema 8. Materiales compuestos e híbridos | Materiales compuestos e híbridos para construcción naval e ingeniería oceánica | IN_01 IN_21 |
| | Microestructura de los materiales compuestos e híbridos: Fibras y partículas de refuerzo, Matrices e Intercara fibra-matriz | IN_01 IN_21 |
| | Comportamiento mecánico de los materiales compuestos e híbridos | IN_01 IN_21 |
| | Obtención, conformado y unión de materiales compuestos e híbridos | IN_01 |
| | Sólidos celulares o espumas | IN_01 IN_21 |
| | Madera | IN_01 IN_21 |
| Tema 9. Selección de materiales estructurales en ingeniería. | Metodología de selección de materiales | IN_01 IN_02 IN_03 IN_04 |

| | | |
|--|---|---|
| | | IN_22 |
| | Fuentes de información sobre materiales | IN_01 IN_02 IN_03 IN_04 IN_22 |

Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y métodos de enseñanza empleados

| MODALIDAD | DESCRIPCIÓN MÉTODO | MÉTODOS DE ENSEÑANZA |
|----------------------------|---|--------------------------------------|
| Clases teóricas | Exposición del tema correspondiente | Método Expositivo |
| Seminarios-talleres | Los alumnos trabajaran de forma cooperativa con material aportado en los seminarios | Aprendizaje Cooperativo |
| Clases prácticas | Realizaran las prácticas de laboratorio , basandose en los ejercicios propuestos en el manual del laboratorio. | Resolución de Ejercicios y Problemas |
| Estudio y trabajo en grupo | A lo largo del curso preparán un trabajo que será elegido libremente por el alumno en base a una serie de proyectos presentados | Aprendizaje Basado en Proyectos |
| Estudio y trabajo autónomo | A lo largo del todo el curso se realizarán ejercicios y problemas del temario | Aprendizaje Basado en Problemas |

| | | | | | | | | | |
|----|---|----------------------------|--------------------------------------|-------------|----------|------------|---------------------|-------|----------|
| 7 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Continuación Tema 5 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Prácticas de laboratorio | Clases prácticas | Resolución de Ejercicios y Problemas | Laboratorio | 2 hrs. | Sí | Examen final | 2 | 3,7 |
| | Preparación del trabajo en grupo | Estudio y trabajo en grupo | Aprendizaje Basado en Proyectos | Otros | 1 hrs. | Sí | Evaluación continua | 1 | 1,85 |
| 8 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Continuación Tema 5 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Preparación del trabajo en grupo | Estudio y trabajo en grupo | Aprendizaje Basado en Proyectos | Otros | 1 hrs. | Sí | Evaluación continua | 1 | 1,85 |
| 9 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Tema 6 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios correspondientes al Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| 10 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Tema 7 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| 11 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Continuación Tema 7 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| | Profundización Tema 7 | Seminarios-talleres | Aprendizaje Cooperativo | Otros | 1 hrs. | Sí | Ambos | 1 | 1,85 |
| 12 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Continuación Tema 7 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| 13 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Tema 8 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| | Profundización Tema 8 | Seminarios-talleres | Aprendizaje Cooperativo | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------|----------|------------|-------|-------|----------|
| 14 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Continuación Tema 8 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| | Profundización Tema 8 | Seminarios-talleres | Aprendizaje Cooperativo | Otros | 2 hrs. | Sí | Ambos | 2 | 3,7 |
| 15 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Tema 9 | Clases teóricas | Método Expositivo | Aula | 2 hrs. | No | | | 1,85 |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Estudio y trabajo autónomo | Aprendizaje Basado en Problemas | Otros | 3 hrs. | Sí | Ambos | 3 | 5,56 |
| 16 | Actividad | Modalidad | Met.Ense. | Lugar | Duración | Evaluación | Tipo | Prep. | Carga(%) |
| | Exposición trabajo en grupo | Estudio y trabajo en grupo | Aprendizaje Basado en Proyectos | Otros | 4 hrs. | Sí | Ambos | 4 | 7,41 |

Evaluación de la asignatura

| SEMANA | EVALUACIONES | | | | | |
|--------|---------------------------------|-------------|---------------------|------------------------------------|---------|------------|
| 1 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Prácticas de laboratorio | Laboratorio | Examen final | Informes/ memorias de prácticas | 10 | |
| | Preparación trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| 2 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Preparación de trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |
| 3 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Prácticas de laboratorio | Laboratorio | Examen final | Informes/ memorias de prácticas | 10 | |
| | Preparación de trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |
| 4 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Preparación de trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 10 | |
| 5 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Prácticas de laboratorio | Laboratorio | Examen final | Informes/ memorias de prácticas | 10 | |
| | | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |

| | | | | | | |
|----|---|-------------|---------------------|--------------------------------|---------|------------|
| | Preparación de trabajo en grupo | | | | | |
| 6 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Preparación del trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |
| 7 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Prácticas de laboratorio | Laboratorio | Examen final | Informes/memorias de prácticas | 15 | |
| | Preparación del trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |
| 8 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Preparación del trabajo en grupo | Otros | Evaluación continua | Trabajos y proyectos | 5 | |
| 9 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios correspondientes al Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| 10 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| 11 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | | Otros | Ambos | | 5 | |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|-------|-------|---|---------|------------|
| | Estudio y ejercicios del Tema | | | Pruebas de respuesta corta | | |
| | Profundización Tema 7 | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | 5 | |
| 12 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| 13 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| | Profundización Tema 8 | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | 5 | |
| 14 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| | Profundización Tema 8 | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | 5 | |
| 15 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | Estudio y ejercicios del Tema | Otros | Ambos | Pruebas de respuesta corta | 5 | |
| 16 | Actividad | Lugar | Tipo | Técnica eval. | Peso(%) | Eval. min. |
| | | Otros | Ambos | Pruebas orales (individual, | 5 | |

| | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|---|--|--|--|
| | Exposición trabajo en grupo | | | en grupo, presentación de temas- trabajos,...) | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|---|--|--|--|

Criterios de calificación de la asignatura

No es obligatoria la asistencia a las clases teóricas.

No es obligatoria la realización de las prácticas. Pero esto equivale a renunciar a 1 punto en la nota final.

No es obligatoria la realización del trabajo en grupo. Pero esto equivale a renunciar a 2,5 puntos en la nota final.

Para aprobar la asignatura hay que obtener 5 puntos en total.

Recursos didácticos

| TIPO | DESCRIPCIÓN |
|--------------|--|
| Bibliografía | Ashby M.F., Jones D.R.H., Materiales para ingeniería. Vol 1: introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño, Reverte, 2008 Ashby M.F., Jones D.R.H., Materiales para ingeniería. Vol 2: introducción a la microestructura, el procesamiento y el diseño, Reverte, 2009 Shackelford J.F., Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros, Pearson, 2010 |
| Recursos web | http://www.unalmed.edu.co/~cpgarcia/diagramasfases.pdf http://d1105488.mydomainwebhost.com/portaleso/trabajos/tecnologia/materiales/diagramas_de_equilibrio.swf http://www.steeluniversity.org/content/html/eng/default.asp?catid=3&pageid=650269858 http://pwatlas.mt.umist.ac.uk/internetmicroscope/index.html http://www.ceramicaycristal.com http://www.anape.es |
| Equipamiento | Equipo de laboratorio necesario para realizar las prácticas |

Otra información reseñable

| |
|--|
| |
|--|