

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN**

- 1. Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas
- 2. Programa Educativo:** Ingeniero Civil
- 3. Plan de Estudios:** 2020-1
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Ingeniería de Materiales
- 5. Clave:** 36052
- 6. HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



**Equipo de diseño de PUA**

Carlos Flores Aburto  
Karina Cabrera Luna  
José Ricardo Cota Ramírez

**Vo.Bo. de subdirector(es) de  
Unidad(es) Académica(s)**

Alejandro Mungaray Moctezuma  
Humberto Cervantes De Ávila  
Daniela Mercedes Martínez Plata

**Fecha:** 17 de octubre de 2019

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Su propósito es brindar al estudiante conocimientos y habilidades necesarios para comprender aspectos básicos relacionados con el comportamiento físico, mecánico y microestructural de los materiales, de acuerdo a la metodología de la normativa vigente o información presentada en literatura de primer orden, para finalmente evaluar su aplicación en obras civiles en función de sus propiedades, de manera proactiva, con honestidad y ética.

Esta unidad de aprendizaje de carácter optativo se encuentra ubicada en la etapa de formación disciplinaria correspondiente al área de conocimientos de Materiales y Diseño Estructural.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Determinar las características físicas, mecánicas y microestructurales de materiales, de acuerdo a la metodología de la normativa vigente, artículos científicos en nuevas tecnologías y materiales, para evaluar su aplicación en obras civiles, con pensamiento analítico, propositivo y responsable con el medio ambiente.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Elabora y entrega el análisis de un material basado en las nuevas tecnologías, entrega un reporte técnico que incluya como mínimo los siguientes elementos: portada, introducción, justificación, objetivos, metodología (materiales utilizados, procedimientos, normativa, y artículos consultados) resultados, conclusiones y recomendaciones y referencias bibliográficas.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Generalidades de los materiales

**Competencia:**

Identificar las características de los materiales, de acuerdo a su microestructura, propiedades físicas, mecánicas y procedimientos, para entender su comportamiento al estar sometidos a esfuerzos y definir su aplicación en obras civiles, trabajando con responsabilidad y pensamiento crítico.

**Contenido:****Duración:** 5 horas

- 1.1 Tipos de materiales.
- 1.2 Comportamiento de materiales bajo esfuerzos.
- 1.3 Conceptos básicos de la microestructura de materiales.

## UNIDAD II. Materiales de ingeniería

### **Competencia:**

Analizar la relación entre las propiedades físicas, mecánicas y la microestructura de los materiales, de acuerdo a las características de los diversos materiales de ingeniería, para entender su comportamiento al usarse bajo condiciones específicas en obras civiles, trabajando de manera colaborativa, responsable y pensamiento crítico.

### **Contenido:**

- 2.1. Aleaciones ferrosas
- 2.2. Aleaciones no ferrosas
- 2.3. Materiales cerámicos
- 2.4. Polímeros
- 2.5. Materiales compuestos

**Duración:** 10 horas

## UNIDAD III. Materiales compuestos y avanzados

### **Competencia:**

Analizar los materiales compuestos y avanzados, a través de la identificación de sus componentes, propiedades físicas, mecánicas y microestructurales, para determinar su aplicación en obras civiles, de manera colaborativa y honesta.

### **Contenido:**

**Duración:** 17 horas

3.1. Cementos alternativos

3.2. Concretos

3.2.1. Concretos modificados con polímeros

3.2.2. Concreto de alto rendimiento

3.2.3. Concretos reciclados

3.2.4. Concretos con cementos alternativos

3.3. Materiales reforzados con fibras

3.3. Aditivos químicos

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

| No. de Práctica | Competencia   | Descripción  | Material de Apoyo  | Duración |
|-----------------|---|--|--|----------|
| <b>UNIDAD I</b> |   |  |  |          |
| 1               | <p>Determinar la cantidad de agua de consistencia normal de diversos cementos alternativos con o sin adiciones, a través de la adición de diferentes cantidades de agua, mediante la penetración del embolo del aparato de Vicat, para determinar la consistencia normal de diferentes materiales cementantes, con respeto a la normatividad, con orden y trabajo colaborativo.</p> | <p>El docente explica el procedimiento para determinar la consistencia normal de los cementantes.</p> <p>El estudiante determina la consistencia normal de los cementantes en el laboratorio. Pesa una muestra de 650 g y en una probeta coloca una cantidad de agua. Procede a preparar la pasta, coloca una determinada cantidad de agua dentro del tazón, agrega el cementante y deja reposar durante 30 s, posteriormente, inicia el mezclado a velocidad baja (<math>140 \pm 5</math> r/min) durante 30 s, después, detiene el mezclado por 15 s durante este tiempo quita los residuos adheridos a las paredes del tazón y los coloca en el fondo del mismo, reinicia el mezclado a velocidad media (<math>285 \pm 5</math> r/min) por 60 s, después, forma una bola con la pasta, la arroja de una mano a otra seis veces y la coloca en el anillo de Vicat con una</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mezcladora mecánica.</li> <li>-Balanza de 0.1 g de precisión y contrapesa.</li> <li>- Molde cónico</li> <li>-Aparato de Vicat.</li> <li>-Espátula.</li> <li>-Guantes.</li> <li>-Cronómetro.</li> <li>-Charola.</li> <li>-Probeta.</li> <li>-Placa no absorbente</li> <li>-Termómetro.</li> </ul> | 4 horas  |

|   |   |   |  |         |
|---|---|---|--|---------|
|   |   | <p>presión mínima adicional, quita el exceso con una espátula, coloca el anillo sobre la placa de vidrio y a su vez sobre la base del aparato de Vicat, Coloca el embolo en la superficie de la pasta, toma la lectura inicial, suelta el embolo y después de 30s se toma la lectura final. La consistencia normal se obtiene cuando el embolo penetre 10 mm durante 30 s. Repite el procedimiento anterior para distintos volúmenes de agua hasta obtener la consistencia normal.</p> <p>Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.</p> |  |         |
| 2 | <p>Determinar los tiempos de fraguado de diversos cementos alternativos con o sin adiciones, a través de mezclas de materiales, mediante la penetración de la aguja del aparato de Vicat, para determina el tiempo inicial y final de fraguado, con respeto a la normatividad, orden y trabajo colaborativo</p> | <p>El docente explica el procedimiento para determinar el tiempo de fraguado de los cementos.</p> <p>El estudiante determina los tiempos de fraguado de los cementantes en el laboratorio, parte de una pasta con consistencia normal. Con la pasta de consistencia normal llena el anillo de Vicat con una presión mínima adicional, coloca el anillo sobre la placa no absorbente,</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mezcladora mecánica.</li> <li>-Balanza de 0.1 g de precisión y contrapesa.</li> <li>- Anillo de Vicat</li> <li>-Aparato de Vicat.</li> <li>-Espátula.</li> <li>-Guantes.</li> <li>-Cronómetro.</li> <li>-Charola.</li> <li>-Probeta.</li> <li>- Placa no absorbente</li> <li>-Termómetro.</li> </ul> | 4 horas |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>quita el exceso con una espátula, coloca en un cuarto húmedo durante 30 min, en este instante determina la penetración de la aguja, repite este procedimiento cada 15 min hasta obtener una penetración de 25 mm o menos en 30 s, por interpolación se calcula el tiempo para una penetración de 25 mm, el tiempo transcurrido entre el contacto inicial del cementante con agua y la penetración de 25 mm es el tiempo de fraguado inicial.</p> <p>Las penetraciones deben estar separadas por lo menos 5 mm entre sí y 10 mm del lado interior del molde.</p> <p>Determina el tiempo de fraguado final, considerando el tiempo en el que la aguja no deja una marca circular completa en la superficie de la muestra.</p> <p>El tiempo transcurrido entre el contacto inicial del cementante con agua y la marca no completa es el tiempo de fraguado final.</p> <p>Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.</p> |  |  |
|--|--|--|--|--|



|   |  |  |   |         |
|---|--|--|---|---------|
|   |  |  |   |         |
| 3 | <p>Determinar la fluidez en morteros, a través de mezclas de materiales, utilizando la Mesa de fluidez y Molde troncocónico, para calcular la cantidad de aditivos o de agua necesarios y obtener la fluidez requerida, con respeto a la normatividad, orden y trabajo colaborativo.</p> | <p>El docente explica el procedimiento para determinar la fluidez en morteros.</p> <p>El estudiante determina la fluidez de los morteros. Pesa los materiales (cemento, arena y agua). Procede a preparar el mortero, coloca la cantidad de agua dentro del tazón, agrega el cementante e inicia el mezclado a velocidad baja (<math>140 \pm 5</math> r/min) durante 30 s, adiciona la arena lentamente durante un periodo de 30 s, mientras mezcla a velocidad baja, detiene la mezcladora y cambia a velocidad media (<math>285 \pm 5</math> r/min) y mezcla por 30 s, después, deja reposar por 90 s, en los primeros 15 s quita los residuos adheridos a las paredes del tazón y los coloca en el fondo del mismo, reinicia el mezclado a velocidad media (<math>285 \pm 5</math> r/min) por 60 s. Con la mezcla de mortero preparada, limpia y seca la superficie de la mesa, coloca al centro el molde cónico, coloca una capa de mortero de aproximadamente 25 mm de espesor se apisona 20 veces con el pisón, llena el molde con</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mezcladora mecánica.</li> <li>-Balanza de 0.1 g de precisión y contrapesa.</li> <li>-Mesa de fluidez</li> <li>-Molde cónico</li> <li>-Espátula.</li> <li>-Guantes.</li> <li>-Cronómetro.</li> <li>-Charola.</li> <li>-Probeta.</li> <li>-Termómetro.</li> <li>-Pisón</li> <li>-Espátula</li> <li>-Calibrador</li> <li>-Guantes</li> </ul> | 4 horas |

|   |  |  |   |         |
|---|--|--|---|---------|
|   |  | <p>mortero y apisona como se especificó para la primera capa, quita el exceso con una espátula, limpia la mesa, retira el molde cónico, inmediatamente deja caer la mesa de una altura de 13 mm 25 veces en 15 s. Con el calibrador se mide el diámetro del mortero (cuatro lecturas). El total de las cuatro lecturas es el porcentaje de fluidez.</p> <p>Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.</p> |   |         |
| 4 | <p>Determinar las propiedades mecánicas de pastas, mediante la adición de cementos alternativos, utilizando una prensa hidráulica, para conocer su resistencia a la compresión, con respeto a la normatividad, orden y trabajo colaborativo.</p> | <p>El docente explica el procedimiento para determinar la resistencia a compresión de pastas fabricadas con cementos alternativos.</p> <p>El estudiante determina la resistencia a compresión de pastas. Pesa los materiales (cemento y agua). Procede a preparar la pasta, coloca una determinada cantidad de agua dentro del tazón, agrega el cementante y deja reposar durante 30 s, posteriormente, inicia el mezclado a velocidad baja (<math>140 \pm 5</math> r/min) durante 30 s, después,</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mezcladora</li> <li>-Mezcladora mecánica.</li> <li>-Balanza de 0.1 g de precisión y contrapesa.</li> <li>-Prensa hidráulica</li> <li>-Moldes cúbicos de 50x50 mm</li> <li>-Espátula.</li> <li>-Guantes.</li> <li>-Cronómetro.</li> <li>-Charola.</li> <li>-Probeta.</li> <li>-Termómetro.</li> <li>-Pisón</li> <li>-Espátula</li> <li>-Calibrador</li> <li>-Película de plástico</li> </ul> | 8 horas |

|  |  |  |                 |  |
|--|--|--|-----------------|--|
|  |  | <p>detiene el mezclado por 15 s durante este tiempo quita los residuos adheridos a las paredes del tazón y los coloca en el fondo del mismo, reinicia el mezclado a velocidad media (<math>285 \pm 5</math> r/min) por 60 s.</p> <p>Inicia con el vaciado de la pasta en los moldes, en un tiempo no mayor a 2 min con 30 s, colca una capa de pasta de aproximadamente 25 mm apisona 32 veces en 10 s en 4 rondas, llena el molde y apisona de acuerdo a lo especificado para la primera capa, quita el exceso de mortero con una espátula, cubre los moldes llenos con una película de plástico y coloca en un cuarto húmedo durante 24 h, después, desmolda y coloca en tanques de almacenamiento que contienen cal saturada hasta que cumplan su edad de ensaye. Para el ensaye extrae el espécimen del tanque, mantiene húmedo bajo la condición de superficie seca, aplica la carga en las caras del espécimen en contacto con el molde, a una velocidad de 900 a 1800 N/s.</p> <p>Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de</p> | <p>-Guantes</p> |  |
|--|--|--|-----------------|--|

|   |   |  |   |         |
|---|---|--|---|---------|
|   |   | referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.  |   |         |
| 5 | Determinar las propiedades mecánicas de concretos, mediante la adición de cementos alternativos, utilizando una prensa hidráulica, para conocer su resistencia a la compresión, con respeto a la normatividad, orden y trabajo colaborativo | <p>El docente explica el procedimiento para determinar la resistencia a compresión de concretos fabricados con cementos alternativos.</p> <p>El estudiante determina la resistencia a compresión de concretos. Pesa los materiales (cemento y agua). Procede a preparar la pasta, coloca una determinada cantidad de agua dentro del tazón, agrega el cementante y deja reposar durante 30 s, posteriormente, inicia el mezclado a velocidad baja (<math>140 \pm 5</math> r/min) durante 30 s, después, detiene el mezclado por 15 s durante este tiempo quita los residuos adheridos a las paredes del tazón y los coloca en el fondo del mismo, reinicia el mezclado a velocidad media (<math>285 \pm 5</math> r/min) por 60 s.</p> <p>Inicia con el vaciado de la pasta en los moldes, en un tiempo no mayor a 2 min con 30 s, colca una capa de pasta de aproximadamente 25 mm apisona</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revolvedora</li> <li>-Balanza</li> <li>- Moldes cúbicos de 100x100 mm</li> <li>- Moldes cilíndricos de 10x20 mm</li> <li>-Mesa vibratoria</li> <li>-Película de plástico</li> </ul> | 8 horas |

|   |  |   |   |         |
|---|--|---|---|---------|
|   |  | <p>32 veces en 10 s en 4 rondas, llena el molde y apisona de acuerdo a lo especificado para la primera capa, quita el exceso de mortero con una espátula, cubre los moldes llenos con una película de plástico y coloca en un cuarto húmedo durante 24 h, después, desmolda y coloca en tanques de almacenamiento que contienen cal saturada hasta que cumplan su edad de ensaye. Para el ensaye extrae el espécimen del tanque, mantiene húmedo bajo la condición de superficie seca, aplica la carga en las caras del espécimen en contacto con el molde, a una velocidad de 900 a 1800 N/s.</p> <p>Entrega reporte de laboratorio con los siguientes elementos: portada, nombre de la práctica, norma de referencia, objetivo, material y equipo, procedimiento, resultados, reporte fotográfico, conclusiones y referencia bibliográfica.</p> |   |         |
| 6 | <p>Analizar fragmentos de pastas y concretos por MEB elaboradas con cementos alternativos con o sin adiciones, de acuerdo a los procedimientos descritos en la literatura, para identificar la distribución y morfología de los productos de reacción y porosidad, estableciendo una</p> | <p>Se analizarán muestras pulidas por el microscopio electrónico de barrido.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Microscopio electrónico de barrido</li> <li>-Resina epóxica</li> <li>-Papel de carburo de silicio de 320 a 1200</li> <li>-Metanol y/o acetona</li> <li>-Pasta diamante de 3 a ¼ de µm</li> <li>-Paño de terciopelo</li> </ul> | 4 horas |

|  |  |  |                             |  |
|--|--|--|-----------------------------|--|
|  | relación con su propiedades mecánicas, fomentando el trabajo en equipo con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio. |  | -Baño ultrasónico<br>-Horno |  |
|--|--|--|-----------------------------|--|

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

### **Encuadre:**

El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas de ingeniería a través del estudio del tema de Caracterización de materiales.

### **Estrategia de enseñanza (docente):**

- Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos concernientes a caracterización de materiales
- Introduce de manera gradual al alumno en el área de Materiales compuestos
- Presenta desde los conceptos básicos, hasta la aplicación y manejo de equipo y métodos que proporcionen las herramientas necesarias al alumno, para realizar la caracterización de materiales compuestos y avanzados.
- En sesiones de laboratorio se llevará a cabo la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos de los temas vistos en clase
- Organiza grupos de trabajo
- Realiza dinámicas grupales que incentiven al alumno a participar
- El maestro es un monitor y guía de los alumnos.

Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

### **Estrategia de aprendizaje (alumno):**

- A través del trabajo en equipo, sesiones prácticas de laboratorio el alumno aplicará los conceptos, principios y métodos, considerados al realizar la caracterización de materiales compuestos y avanzados.
- Se revisarán las características físicas, mecánicas y microestructurales que permitan comprender el comportamiento de los materiales

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|   |             |
|---|-------------|
| - 2 Exámenes escritos.....                                    | 30%         |
| - Prácticas de laboratorio.....                               | 30%         |
| - Evidencia de desempeño.....                                 | 40%         |
| (el análisis de un material basado en las nuevas tecnologías) |             |
| <b>Total.....</b>   | <b>100%</b> |



## IX. REFERENCIAS

### Básicas

Hassan, S.D. (2006). Civil engineering materials and their testing. Oxford. Ed Alpha Science International. [Clásica].

Smith, W. F. y Hashemi, J. (2014). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales [recurso electrónico]. México. Ed McGraw Hill.  
<https://archive.org/details/FundamentosDeLaCienciaEIngenieriaDeMaterialesEdicion4WilliamF.SmithJavadHashemi/page/n19> [Clásica].

Ye, L.; Feng, P. and Yue, Q. (2011). Advances in FRP Composites in Civil Engineering [recurso electrónico]. Berlin. Ed Heidelberg. [Clásica].  
<https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-3-642-17487-2%2F1.pdf>

Nawy, E.G. (1997) Concrete construction engineering handbook. Boca Raton. Ed CRC. [Clásica].

### Complementarias

ASTM. (2014). ASTM A36/A36M-14. Standard Specification for Carbon Structural Steel. Annual Book of ASTM Standards. [Clásica].

ASTM. (2011). ASTM C33/C33-11. Standard Specification for Concrete Aggregates. Annual Book of ASTM Standards. [Clásica].

ASTM. (2018). ASTM C150/ C150M-18. Standard Specification for Portland Cement. Annual Book of ASTM Standards.

Juenger, M.C.G.; Winnefeld, F.; Provis, J.L. and Ideker, J.H. (2011). Advances in alternative cementitious binders. Cement and Concrete Research. [Clásica].

## **X. PERFIL DEL DOCENTE**

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en vías terrestres o área afín, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de Materiales, Vías Terrestres o área afín, como docente en el área de Ingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.