



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA



RC
REV. 01

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE LICENCIATURA

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Datos de Identificación	
• Nombre de la Institución y de la Dependencia	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL INGENIERO CIVIL
• Nombre de la Unidad de Aprendizaje	CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
• Horas aula-teoría y/o práctica, totales	70
• Horas extra aula totales	20
• Modalidad (escolarizada, no escolarizada, mixta)	Escolarizada
• Tipo de periodo académico (Semestre o tetramestre)	3° Semestre
• Tipo de Unidad de aprendizaje (obligatoria/ optativa)	Obligatoria
• Área Curricular (ACFGU, ACFBP, ACFP, ACLE)	ACFBP
• Créditos UANL (números enteros)	3
• Fecha de elaboración (dd/mm/aa)	27 Septiembre del 2014
• Fecha de última actualización (dd/mm/aa)	05 Septiembre del 2017
• Responsable (s) del diseño:	Dr. Pedro L. Valdez Tamez, Dr. Gerardo Fajardo San Miguel, Dr. Javier R. González López, Dr. Ricardo X. Magallanes Rivera, Ing. Rodolfo Meza Salas.
• Responsable (s) de la última actualización:	Dr. J. Rodrigo González López, Dr. Gerardo Fajardo San Miguel, Dra. Mayra Z. Figueroa Torres, Dr. José Alejandro Herrera González

1. Presentación

La Ciencia e Ingeniería de Materiales es el campo científico encargado de investigar la relación existente entre la microestructura-propiedades-procesamiento y funcionamiento, y diseña la estructura de un material para obtener

propiedades físicas macroscópicas específicas para aplicaciones en varias áreas de la ciencia y la ingeniería, consiguiendo que éstos puedan ser utilizados en obras de Ingeniería Civil.

Esta Unidad de Aprendizaje (UA) cubre los conocimientos básicos disciplinares relacionados con la Ciencia e Ingeniería de Materiales de Construcción. La unidad de aprendizaje se divide en 3 fases esenciales: 1) Composición, 2) Microestructura, 3) Propiedades y Desempeño de los materiales. Las clases impartidas son de carácter teórico y se complementan con visitas a los laboratorios en donde se realizan los ensayos relacionados con técnicas instrumentales para el análisis de los materiales. El alumno comprenderá la relación existente entre microestructura-composición-procesamiento-propiedades de los materiales, y podrá diferenciar y clasificar los materiales en función de sus propiedades físicas y químicas. Además, podrá seleccionar y/o proponer el uso de materiales tradicionales o de nuevos materiales más eficientes, durables, y sustentables en función de su aplicación y procesamiento, argumentando su importancia e impacto en aplicaciones tecnológicas.

Esta unidad de aprendizaje se compone de los siguientes ejes temáticos:

1. **Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales** (Composición química de los materiales de construcción)
2. **Propiedades macroscópicas generales y caracterización microestructurales** (Microestructura de los materiales de construcción)
3. **Materiales de Ingeniería y procesos de obtención** (Propiedades y procesamiento de los materiales de construcción)

2. Propósito

La Unidad de Aprendizaje tiene como propósito comprender aspectos relacionados con el comportamiento de los materiales de construcción relacionado con la sustentabilidad, funcionalidad, seguridad y durabilidad en las diferentes obras de la ingeniería civil.

Esta UA aporta los conocimientos y habilidades necesarias para comprender el comportamiento físico, químico y morfológico de los diferentes materiales de construcción, interpretando sus propiedades bajo la normatividad vigente.

Esta UA requiere de los conocimientos previos del origen, composición, estructura y comportamiento físico-mecánico de los materiales de construcción adquiridos previamente en las UA de Geología, Química y Física que sirven de base para comprender el uso de los materiales tradicionales de construcción clasificados como materiales metálicos,

cerámicos, polímeros y compuestos, así mismo describir los principales mecanismos que producen deterioro y falla de estos materiales.

Las competencias desarrolladas en esta UA servirán de base para comparar los resultados de los ensayos requeridos para evaluar el comportamiento y definir la aceptación en base a la normatividad vigente aplicable.

El conocimiento adquirido en esta UA es básico para la UA que atienden el Diseño, Dirección y Supervisión de la Construcción de las obras de ingeniería.

Esta UA promoverá la utilización de los materiales de construcción privilegiando el aprendizaje autónomo e identificando los retos en la generación de infraestructura innovadora que la sociedad moderna demanda, atendiendo esta problemática de una forma holística.

3. Competencias del perfil de egreso

3.1 Competencias generales a las que contribuye esta unidad de aprendizaje

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

- Aplica estrategias de aprendizaje autónomo en los diferentes niveles y campos del conocimiento que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos personal, académico y profesional. (1)
- Utiliza los métodos y técnicas de investigación tradicionales y de vanguardia para el desarrollo de su trabajo académico, el ejercicio de su profesión y la generación de conocimientos. (CG2)
- Emplea pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivo para analizar fenómenos naturales y sociales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito científico de influencia con responsabilidad social. (CG5)

COMPETENCIAS PERSONALES Y DE INTERACCIÓN SOCIAL.

- Intervenir frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y global con actitud crítica y compromiso humano, académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable. (CG10).
- Practica los valores promovidos por la UANL: verdad, equidad, honestidad, libertad, solidaridad, respeto a la vida y a los demás, respeto a la naturaleza, integridad, ética profesional, justicia y responsabilidad, en su ámbito personal y profesional para contribuir a construir una sociedad sostenible. (CG11)
- Construir propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global interdependiente. (CG12)

COMPETENCIAS INTEGRADORAS

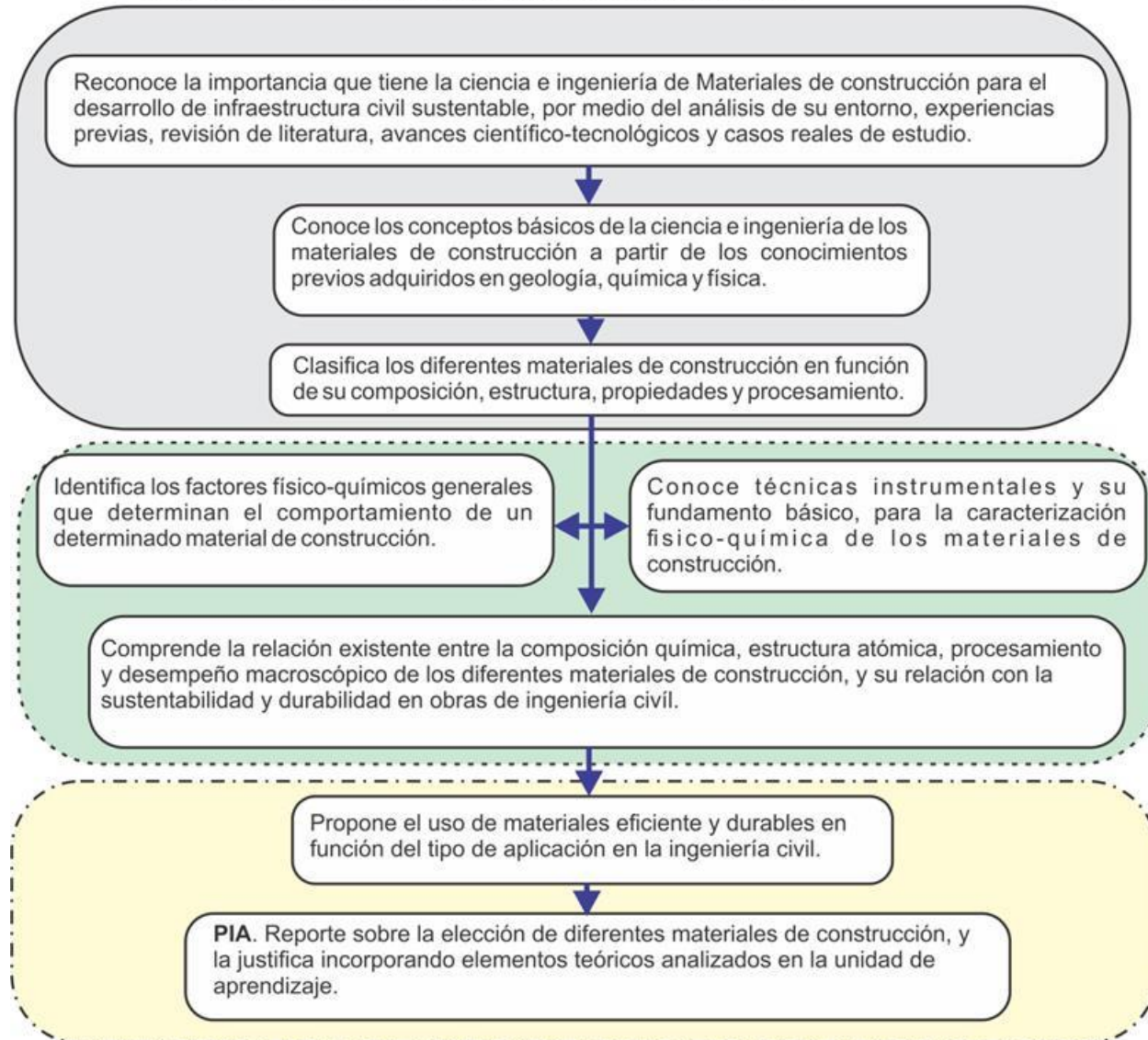
- Resolver conflictos personales y sociales conforme a técnicas específicas en el ámbito académico y de su profesión para la adecuada toma de decisiones. (CG14)

3.2 Competencias específicas del perfil de egreso a las que contribuye la UA.

- Diseñar obras hidráulicas, vías de comunicación y edificaciones mediante alternativas de solución, considerando la optimización de recursos naturales, económicos, humanos y de tiempo, con criterios de sustentabilidad, responsabilidad social y herramientas tecnológicas propias de la disciplina para mejorar la calidad de vida y bienestar de la población de su entorno.

4. Representación gráfica

- FASE 1: Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales
- FASE 2: Propiedades macroscópicas generales y caracterización microestructural
- - - - FASE 3: Materiales de ingeniería y procesos de obtención



5. Estructuración en fases de la Unidad de Aprendizaje de Ciencia e Ingeniería de los Materiales de Construcción.

FASE 1: Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales

Elemento de competencia: Conocer los materiales en función de su estructura y composición química, con la finalidad de identificarlos en las diferentes obras de ingeniería civil.

Evidencias de aprendizaje	Criterios de Desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
1. Ensayo grupal en donde se proponga una clasificación de los diferentes materiales considerando los conceptos estudiados en clase respecto a la composición y estructura.	<p>1.1 Escrito con extensión de 5 a 8 cuartillas que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portada • Resumen • Marco teórico • Análisis de la información • Resultados • Conclusiones • Referencias bibliográficas <p>El documento deberá ser entregado en tiempo y forma acordados en clase</p> <p>Deberá contener todo el grupo de materiales y con al menos tres</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación diagnóstica de conocimientos previos. 2. Co-evaluación por rubrica. 3. Exponer la importancia general de la ciencia e ingeniería de materiales. 4. Revisión de casos reales de estudio con enfoque sustentable. 5. Abordar la tabla periódica, enlaces químicos, diferencias entre estructuras. 6. Clasifica los diferentes materiales de construcción 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. 2. Importancia y Clasificación de los materiales en ingeniería <ul style="list-style-type: none"> • Estructura del átomo • Enlaces primarios y secundarios • Estructura de los sólidos. • Orden de corto y largo alcance • Redes, celdas unitarias y estructuras cristalinas • Puntos, direcciones y planos cristalográficos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Libros ❖ Revistas ❖ Videos ❖ Presentaciones ❖ Informes técnicos ❖ Modelos ❖ Artículos científicos y/o de difusión. <p>Información digital</p>

	<p>ejemplos aplicados en la ingeniería civil.</p> <p>Deberá reflejar la importancia de la ciencia en ingeniería de los materiales en la ingeniería civil.</p> <p>Identificación de los conceptos fundamentales de los materiales.</p> <p>A partir de la composición química y estructura se deberá sustenta la clasificación de cada uno de los materiales enlistados.</p>	<p>7. Lectura y revisión de fuentes bibliográficas.</p> <p>8. TAREA 1. Reporte escrito individual sobre enlaces primarios y secundarios.</p> <p>9. TAREA 2. Reporte escrito individual de configuración electrónica de elementos incluidos en la tabla periódica, según lo estudiado en clase.</p> <p>10. TAREA 4. Cálculo de los índices de Miller de planos y direcciones cristalográficas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Defectos e imperfecciones <p>3. Incorporar un tópico de una temática determinada. (por ejemplo: nanotecnología, metodologías para evaluación del ciclo de vida)</p>	
<p>2. Optativo. ABP (Aprendizaje Basado en Problemas). Cálculo de la relación radio atómico- parámetro de red y el factor de empaquetamiento de las celdas cristalinas: cubica,</p>	<p>El trabajo deberá incluir una portada donde se indique: la facultad, nombre de la materia, título del trabajo, nombre del alumno, fecha y grupo. El documento deberá ser entregado en tiempo y forma</p>	<p>Explicación por parte del profesor para la resolución de problemas, y posterior participación de los alumnos en la resolución de los mismos</p>		

simple, cubica centrada en el cuerpo y cubica centrada en las caras.	acordados en clase. Se	Evaluación de la fase 1		
EXAMEN FASE 1	Calificación > 70			

FASE 2: Caracterización microestructural y propiedades macroscópicas generales

Elemento de competencia: Comprende el concepto de microestructura interna y su relación con las propiedades macroscópicas para la selección adecuada de materiales en base a los requerimientos de su aplicación en las obras de ingeniería civil.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
1. Ensayo sobre los fundamentos científicos y tecnológicos de técnicas para la caracterización de materiales	<p>Escrito con extensión que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portada • Resumen • Análisis de la información • Resultados • Conclusiones • Referencias bibliográficas <p>El ensayo deberá explicar el uso de las siguientes técnicas instrumentales de</p>	<p>Discusión y análisis de contextos científicos y tecnológicos que ejemplifiquen la relación entre la microestructura y propiedades de los materiales y su impacto en la industria y la vida Cotidiana. Durante la discusión se harán preguntas intercaladas para motivar la participación de los alumnos.</p> <p>Se fomentará Presentación de</p>	<p>1. Propiedades macroscópicas generales y caracterización microestructural</p> <p>2. Conceptos básicos (dureza, maleabilidad, ductilidad, fragilidad y viscosidad)</p> <p>3. Comportamiento de los materiales bajo esfuerzos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de tensión: uso del diagrama esfuerzo deformación y 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Libros ❖ Revistas ❖ Videos ❖ Presentaciones ❖ Informes técnicos ❖ Modelos ❖ Artículos científicos y/o de difusión. <p>Información digital</p>

	<p>caracterización a nivel micro y macro-estructural, su importancia para la caracterización de materiales, y la información que se obtiene de cada una de ellas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de tensión • Ensayo de flexión • Ensayo de compresión • Ensayo de dureza • Ensayo de impacto • Ensayo de Fatiga • Microscopia óptica • Microscopía electrónica de barrido • Florescencia de rayos X • Difracción de Rayos X 	<p>videos relacionados con:</p> <p>Ensayos de tensión, flexión y compresión, Ensayo de Dureza, Fundamentos de Microscopia Electrónica de Barrido y Fluorescencia de Rayos X. Se harán preguntas intercaladas para fomentar la participación</p> <p>Mostrar resultados obtenidos de casos de estudio o investigaciones sobre la resistencia a la compresión de diferentes materiales de construcción y su correlación con las características microestructurales de los mismos observadas en el microscopio electrónico de barrido.</p>	<p>propiedades obtenidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de flexión para materiales frágiles • Ensayo de compresión • Ensayo de dureza: su naturaleza y uso • Ensayo de impacto • Ensayo de Fatiga <p>4. Conceptos básicos sobre técnicas de caracterización microestructural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas para determinación de propiedades físicas • Técnicas para determinar composición química • Técnicas para determinar propiedades térmicas • Técnicas de caracterización microestructural 	
--	---	--	--	--

<p>2. Actividad optativa. Reporte de prácticas de laboratorio.</p>	<p>Resumen sobre equipos de laboratorio utilizados en la práctica, y que además indique las diferencias entre ambas muestras en función de la composición química de los materiales analizados.</p> <p>El documento debe tener</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portada y extensión máxima de 1 cuartilla. 	<p>Análisis de 2 muestras de cemento; un cemento blanco y un cemento Portland, por medio de fluorescencia de rayos X, y en función de la composición química observada establecer diferencias composicionales entre las muestras y su efecto sobre sus características macroscópicas.</p>		
<p>Actividad optativa 3.ABP Calcular y graficar el esfuerzo y deformación ingenieriles de una aleación, a partir de datos dados por el profesor, explicando las diferentes zonas del diagrama graficado.</p>	<p>El trabajo deberá incluir una portada donde se indique: la facultad, nombre de la materia, título del trabajo, nombre del alumno, fecha y grupo. El documento deberá ser entregado en tiempo y forma acordados en clase. Se evaluará el procedimiento seguido en los cálculos y la obtención de valores correctos.</p>	<p>Explicación por parte del profesor para la resolución de problemas de resistencia a la tensión y flexión de materiales, y posterior participación de los alumnos en la resolución de los mismos.</p>		

EXAMEN FASE 2	Calificación > 70			
---------------	-------------------	--	--	--

FASE 3. Materiales de ingeniería y procesos de obtención

Elemento de competencia: Comprende la relación existente entre la composición-microestructura-propiedades-y procesamiento de los materiales mediante su comparación, para predecir y determinar su comportamiento en condiciones específicas de aplicación en el área de la ingeniería civil.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Desempeño	Actividades de aprendizaje	Contenidos	Recursos
1. Escrito y exposición sobre materiales metálicos no ferrosos utilizados en la ingeniería civil.	Escrito y Exposición dialogada en clase de metales no ferrosos que contenga: Índice Introducción Análisis de información Conclusiones Referencias Identificación de los conceptos fundamentales de los materiales ferrosos y no ferrosos.	Discusión y análisis involucrando los conceptos de metales ferrosos y no ferrosos, materiales cerámicos y poliméricos de uso en ingeniería de acuerdo a sus propiedades y campos de aplicación. Se definirán conceptos básicos para la interpretación de diagramas de fases binarios como el de hierro-carbón y su utilidad para el diseño de aleaciones para la ingeniería civil. Se abordarán temas relativos a los procesos de fabricación y obtención de metales, polímeros y cerámicos con especial énfasis en el cemento Portland	1. Metales y aleaciones Aleaciones ferrosas <ul style="list-style-type: none"> • Introducción • Fuentes y tipos de minerales • El acero • Diagrama hierro-carbón • Proceso de obtención de aleaciones • Metalurgia física • Tratamientos mecánicos y térmicos • Clasificación de los aceros 2. Aleaciones no ferrosas <ul style="list-style-type: none"> • Cobre y aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Libros ❖ Revistas ❖ Videos ❖ Presentaciones ❖ Informes técnicos ❖ Modelos ❖ Artículos científicos y/o de difusión. Información digital

<p>2. Actividad optativa. Resumen sobre materiales cerámicos y poliméricos, considerando conceptos como; técnicas de procesamiento, composición, estructura, propiedades físicas y químicas y aplicaciones principales en la ingeniería civil.</p>	<p>Escrito con extensión máxima de 2 cuartillas que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Portada • Resumen <p>Se calificará, escritura y contenido. El resumen deberá entregarse en tiempo y forma solicitados.</p>	<p>Participación continua en debates grupales, desarrollo de mapas conceptuales y lecturas que ejemplifiquen la relación entre microestructura y propiedades macroscópicas de metales, cerámicos, polímeros y materiales compuestos</p> <p>Presentación de videos de corta duración que ejemplifiquen distintos procesos de elaboración de productos metálicos, cerámicos y poliméricos utilizados en ingeniería civil.</p>	<p>3. Materiales Cerámicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción, Clasificación y Estructura. • Propiedades, Aplicaciones (vidrios, arcillas y sus productos) y Procesamiento. • Cementantes hidráulicos y agregados para concreto • Yeso • Cal • Cemento Portland • Agregados para concreto 	
--	---	---	---	--

			<p>4. Materiales Poliméricos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción • Definición • Procesos de polimerización • Clasificación de los polímeros en base a su comportamiento. • Propiedades físicas y químicas de los polímeros. • Usos y aplicaciones en la ingeniería civil <p>5. Materiales compuestos y avanzados (6h)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreto hidráulico y asfáltico. • Materiales reforzados con fibras 	
<p>3. Actividad optativa. ABP Identificar las diferentes fases y mezclas de fases de diferentes aceros, haciendo uso del diagrama Hierro-Carburo de</p>	<p>El trabajo deberá incluir una portada donde se indique: facultad, nombre de la materia, título del trabajo, nombre del alumno, fecha y grupo. El documento deberá ser entregado</p>	<p>Explicación por parte del profesor para la resolución de problemas de identificación de fases en el diagrama hierro-carbón, y posterior participación de los alumnos en la</p>		

hierro estudiado en clase.	en tiempo y forma acordados en clase. Se evaluará el procedimiento seguido en los cálculos y la obtención de valores correctos.	resolución de los mismos.		
EXAMEN FASE 3	Calificación > 70			

6. Evaluación integral de procesos y productos de aprendizaje

FASE 1	25%
Ensayo de la clasificación de los materiales	10%
EXAMEN FASE 1	15%
FASE 2	25%
Ensayo sobre los fundamentos científicos de TC	10%
EXAMEN FASE 2	15%
FASE 3	25%
Escrito y exposición sobre materiales aleaciones no ferrosos	10%
EXAMEN FASE 3	15%
Producto Integrador de Aprendizaje (PIA)	25%
Total	100%

7. Producto Integrador de Aprendizaje de la Unidad

Reporte escrito y presentación de una investigación de campo ó búsqueda digital sobre una obra civil donde identifique y seleccione diferentes materiales utilizados en la construcción, soportando con argumentos la elección e importancia de los mismos, así como sus ventajas con respecto a otro tipo de materiales. El reporte deberá incluir: portada, introducción,

procesamiento, propiedades, aplicaciones, impacto económico (costo), impacto social, ambiental y científico, conclusiones y referencias bibliográficas, considerando los siguientes aspectos, sin embargo, no se debe limitar a estos aspectos.

- a) Identificación de al menos tres materiales de construcción utilizados, soportando con argumentos la elección de los mismos.
- b) Clasificación de los materiales selectos en función de su composición y propiedades, y justificación de dicha clasificación utilizando los elementos teóricos analizados en la unidad de aprendizaje.
- c) Matriz de relación entre los materiales seleccionados y sus propiedades de ingeniería abordadas en la unidad de aprendizaje.
- d) Listado de pruebas realizadas en la obra sobre los materiales seleccionados, y análisis instrumentales que se pueden realizar en el laboratorio para analizar su desempeño relacionado con las normas aplicables (valores mínimos).
- e) Aportar argumentos que permitan una crítica hacia modificaciones en dicha obra con respecto a la selección de los materiales para una misma aplicación; con base en lo aprendido en la unidad de aprendizaje.

8. Fuentes de apoyo y consulta

1. Michael S. Mamlouk, John P. Zaniwski, "Materials for Civil and Construction Engineers", 3/E, Prentice Hall, 2011.
2. Young J. Francis, Mindess Sydney, Gray Robert J., Bentur Arnon, "The Science and Technology of Civil Engineering Materials", Prentice Hall, 1998.
3. Somayaji Shan, "Civil Engineering Materials", Prentice Hall, Segundo edición, 2001.
4. Smith William F., "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales", Mc Graw Hill, tercera edición, 1998.
5. Shackelford, James F., "Ciencia de Materiales para Ingenieros", Prentice Hall, tercera edición, 1995.
6. Domone Peter and Illston John, "Construction Materials", Spon Press, cuarta edition, 2010.
7. Mindess Sydney, Young J. Francis, Darwin David, "Concrete", Prentice Hall, Segunda edición, 2006.
8. Metha, P.K. and Monteiro P. J. "Concrete Microstructure, Properties and Materials", Mc Graw Hill. Third Edition. 2006.
9. Juárez Badillo, Rico Rodríguez, "Mecánica de Suelos, Tomo I", Editorial Limusa, Tercera edición, 1986.
10. Standard Specification for Carbon Structural Steel, "ASTM A36/ A 36M-08" Annual Book of ASTM Standards, Section one, Volume 1.04, 2008.
11. Standard Specification for Concrete Aggregates, "ASTM C33/ C33 - 11" Annual Book of ASTM Standards, Section two, Volume 4.02, 2011.

12. Standard Specification for Portland Cement, "ASTM C150/ C150M - 12" Annual Book of ASTM Standards, Section one, Volume 4.01, 2012.
13. Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units, ASTM C140 – 12, Annual Book of ASTM Standards, Volume 4.05, 2012.
14. ACI Committee 318S-11: Spanish Version (Metric): Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary, 2011.
15. Industria de la Construcción – Varilla Corrugada de Acero Proveniente de Lingote y Palanquilla para Refuerzo de Concreto – Especificaciones y Método de Prueba, "Norma Mexicana NMX C 407- ONNCCE – 2001".
16. Industria de la Construcción – Agregados para Concreto Hidráulico – Especificaciones y Métodos de Prueba, "Norma Mexicana NMX C 111 - ONNCCE – 2004".
17. Industria de la Construcción – Cementantes Hidráulicos – Especificaciones y Métodos de Prueba, "Norma Mexicana NMX C 414 - ONNCCE – 2010".
18. Industria de la Construcción – Bloques, Tabiques o Ladrillos, Tabicones y Adoquines – Resistencia a la Compresión - Métodos de Prueba, "Norma Mexicana NMX C 036 - ONNCCE – 2004"
19. www.concrete.org