



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE  
HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS  
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**

**María del Pilar López Rosales**

Asesorado por la Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE  
HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS  
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARÍA DEL PILAR LÓPEZ ROSALES**

ASESORADO POR LA INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPÍNOLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2013.

**María del Pilar López Rosales**

Guatemala, 04 de marzo de 2016

Ingeniero  
Juan José Peralta Dardón  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería

Respetable Ingeniero Peralta:

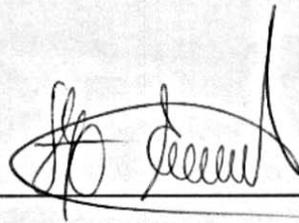
Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante universitario María del Pilar López Rosales con carné 2009-15415 de la carrera de ingeniería industrial, cuyo título es: "READECAUCIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRAULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC."

Considero que el trabajo presentado por el estudiante María del Pilar López Rosales ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, por lo que doy la aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted, respetuosamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

f()



Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola de López

Colegiado 4511

Asesora



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.048.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**, presentado por la estudiante universitaria **María del Pilar López Rosales**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2016.

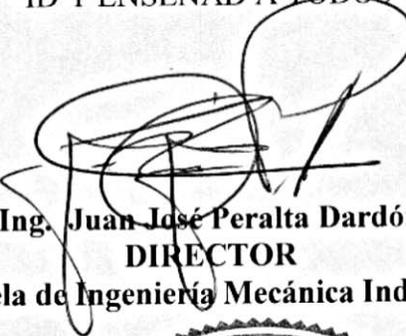
/mgp



REF.DIR.EMI.152.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**, presentado por la estudiante universitaria **María del Pilar López Rosales**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

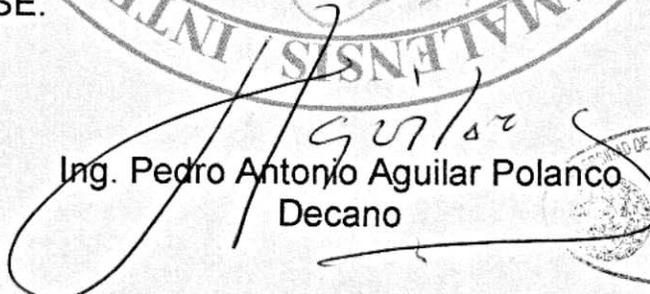


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.412-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, FIUSAC**, presentado por la estudiante universitaria: **María del Pilar López Rosales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, septiembre de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por acompañarme en todo momento, rescatarme y enseñarme lecciones de vida todos los días, ser fortaleza, amor, luz y vida.
- Mis padres** Enrique López y Norma Rosales de López, por todo el amor que me han dado y que, sin lugar a duda, seguirán dándome en todo momento. Estar en este mundo con ustedes como papás es algo grandioso. Los amo.
- Mis hermanos** Pablo David López, gracias por tu protección, apoyo y afecto. Juan Francisco López, gracias por compartir conmigo y hacerme reír.
- Mi familia** Por todo el apoyo que me han brindado.
- Mi asesora** Inga. Alba Guerrero, infinitamente agradecida por todo el apoyo que me ha dado en todos los ámbitos en los cuales hemos convivido. Para usted, todos los buenos deseos de mi corazón.
- Rita Polo** Gracias por el acompañamiento, mis mejores deseos para ti siempre.

**Mis amigos**

Gracias por los buenos recuerdos en diferentes etapas de mi vida, realmente espero que continúen en ella, aprecio mucho sus consejos y el tiempo de calidad que me brindan.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Gloriosa universidad que me permitió formarme académicamente.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Escuela de Ingeniería Civil (EIC).....	1
1.1.1. Historia .....	2
1.2. Antecedentes de readecuación curricular.....	9
1.2.1. Línea del tiempo del proceso de acreditación de la EIC.....	9
1.2.2. Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de la EIC, FIUSAC.....	14
1.2.2.1. Fortalezas del ingeniero civil egresado de FIUSAC.....	15
1.2.2.2. Debilidades del ingeniero civil egresado de FIUSAC.....	16
1.2.3. Medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil egresado de FIUSAC .....	18
1.2.3.1. Sugerencias propuestas por la investigación <i>Medición del nivel de</i>	

	<i>satisfacción de la formación del ingeniero civil con respecto a la readecuación curricular</i> .....	21
1.2.4.	Investigación del mercado profesional del ingeniero civil egresado de FIUSAC.....	22
1.2.5.	Resultados de la autoevaluación de la Escuela de Ingeniería Civil realizada en 2012 .....	24
1.2.5.1.	Relación con el entorno.....	24
1.2.5.2.	Diseño curricular .....	25
1.2.5.3.	Proceso de enseñanza aprendizaje .....	25
1.2.5.4.	Administración del talento humano .....	26
1.2.5.5.	Servicios estudiantiles.....	27
1.2.5.6.	Gestión académica.....	28
1.2.5.7.	Infraestructura del programa .....	29
1.2.5.8.	Recursos de apoyo .....	29
1.2.5.9.	Graduados.....	30
2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.....	33
2.1.	Red curricular de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.....	33
2.2.	Descripción del sistema de créditos académicos utilizado en la EIC .....	37
2.2.1.	Etapas que integran la educación de pregrado de FIUSAC .....	37
2.2.1.1.	Básica.....	37
2.2.1.2.	Técnico-científica (intermedia) .....	38
2.2.1.3.	Profesional .....	38

2.2.2.	Clasificación de los cursos por contenido.....	38
2.2.2.1.	Grupo 1: ciencias básicas y matemáticas .....	39
2.2.2.2.	Grupo 2: ciencias de la ingeniería .....	39
2.2.2.3.	Grupo 3: cursos profesionales.....	39
2.2.2.4.	Grupo 4: cursos complementarios .....	40
2.3.	Área de Readecuación Curricular.....	41
2.4.	Departamentos en los cuales se realizará la readecuación curricular.....	42
2.4.1.	Departamento de Hidráulica .....	43
2.4.1.1.	Descripción del Departamento de Hidráulica.....	43
2.4.1.2.	Cursos impartidos por el Departamento de Hidráulica .....	43
2.4.1.2.1.	Mecánica de fluidos.....	44
2.4.1.2.2.	Hidráulica .....	46
2.4.1.2.3.	Hidrología .....	47
2.4.1.2.4.	Obras Hidráulicas .....	48
2.4.1.2.5.	Hidráulica de Canales ..	49
2.4.1.2.6.	Aguas Subterráneas.....	50
2.4.1.2.7.	Ingeniería Sanitaria 1 ...	51
2.4.1.2.8.	Ingeniería Sanitaria 2 ...	52
2.4.1.2.9.	Saneamiento Ambiental .....	53
2.4.1.3.	Metodología utilizada en el Departamento de Hidráulica .....	55
2.4.2.	Departamento de Estructuras .....	56
2.4.2.1.	Descripción del Departamento de Estructuras.....	56

2.4.2.2.	Cursos del Departamento de Estructuras .....	57
2.4.2.2.1.	Resistencia de Materiales 1.....	57
2.4.2.2.2.	Resistencia de Materiales 2.....	58
2.4.2.2.3.	Análisis Estructural 1 .....	60
2.4.2.2.4.	Tipología Estructural .....	61
2.4.2.2.5.	Análisis Estructural 2.....	62
2.4.2.2.6.	Concreto Armado 1 .....	63
2.4.2.2.7.	Concreto Armado 2 .....	65
2.4.2.2.8.	Diseño Estructural.....	66
2.4.2.2.9.	Diseño de Estructuras en Mampostería .....	68
2.4.2.2.10.	Diseño de Estructuras Metálicas .....	69
2.4.2.2.11.	Puentes.....	71
2.4.2.3.	Metodología utilizada en el Departamento de Estructuras.....	72

3.	MODELOS EDUCATIVOS UTILIZADOS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR .....	75
3.1.	Modelo educativo tradicional.....	75
3.1.1.	Ventajas del modelo educativo tradicional .....	76
3.1.2.	Desventajas del modelo educativo tradicional.....	76
3.2.	Modelo didáctico tecnológico .....	77
3.3.	Modelo didáctico espontaneísta-activista .....	77
3.4.	Modelos didácticos alternativos o integradores.....	78
3.5.	Educación basada en competencias.....	81

3.5.1.	Conceptos de la educación basada en competencias.....	81
3.5.1.1.	Competencia.....	81
3.5.1.2.	Competencia genérica.....	83
3.5.1.3.	Competencia específica .....	85
3.5.2.	Ventajas del currículo educativo basado en competencias.....	86
3.5.3.	Desventajas del currículo educativo basado en competencias.....	87
3.5.4.	Proyecto Tuning de América Latina.....	88
3.5.4.1.	Líneas de trabajo del Proyecto Tuning de América Latina.....	90
3.5.4.2.	Formación del ingeniero civil según el Proyecto Tuning de América Latina.....	91
3.5.4.3.	Resultados del Proyecto Tuning en América Latina.....	93
3.5.4.4.	Metaperfil del ingeniero civil.....	95
3.6.	Comparación del modelo educativo tradicional versus el enfoque basado en competencias.....	100
3.6.1.	Rol del profesor .....	100
3.6.2.	Rol del estudiante .....	101
4.	PROPUESTA DE READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL .....	103
4.1.	Readecuación curricular del Departamento Hidráulica.....	104
4.2.	Readecuación curricular del Departamento de Estructuras...	105
4.3.	Cursos complementarios .....	106

4.4.	ACU 01: grado de cumplimiento de las competencias básicas del ingeniero civil.....	108
4.5.	ACU 02: grado de cumplimiento de las competencias específicas del ingeniero civil.....	111
4.6.	ACU 03: competencias básicas del ingeniero civil .....	113
4.7.	ACU 04: cuadro de análisis de las disciplinas de los departamentos de Hidráulica y Estructuras.....	114
4.8.	ACU 05: ejes meso y ejes micro .....	115
4.9.	ACU 06: relación de competencias de cada curso de la malla curricular .....	117
4.10.	ACU 07: clasificación según ACAAI .....	119
4.11.	ACU 08: identificación de competencias y cursos.....	121
4.12.	ACU 09: relación de contenidos con competencias .....	122
4.13.	ACU 10: nivel de desarrollo de competencias.....	124
4.14.	ACU 11: comparación con pénsun de otras universidades...	125
4.15.	ACU 12: pénsun de la carrera de Ingeniería Civil vigente en segundo semestre de 2015.....	130
4.16.	ACU 13: pénsun propuesto para la carrera de Ingeniería Civil .....	138
4.17.	ACU 14: malla propuesta para la carrera de Ingeniería Civil .	144
4.18.	ACU 15: objetivo general de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras .....	148
4.19.	ACU 16: objetivos específicos de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras.....	149
4.20.	ACU 17: Competencias genéricas de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras .....	151

4.21.	ACU 18: competencias específicas de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras .....	152
4.22.	ACU 19: contenidos específicos de los cursos de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras .....	155
4.23.	ACU 20: actividades formativas de enseñanza aprendizaje de las asignaturas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras. ....	167
4.24.	ACU 21: técnicas de evaluación de las asignaturas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras. ....	174
4.25.	ACU 22: recursos y bibliografía de los cursos de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras .....	182
4.26.	ACU 23: Desarrollo de subcompetencias por contenido de unidad.....	183
5.	SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS .....	187
5.1.	Estrategias de seguimiento .....	187
5.1.1.	Capacitación docente .....	187
5.1.1.1.	Sistema de Formación del Profesor Universitario (SFPU).....	188
5.1.2.	Evaluación por competencias .....	188
5.1.2.1.	Criterios de desempeño.....	189
5.1.2.2.	Rúbricas de evaluación .....	189
5.1.3.	Mesas de discusión .....	192
5.2.	Medición del rendimiento académico .....	192
5.2.1.	Indicadores de rendimiento académico .....	193
5.2.1.1.	Índice de reprobación de asignaturas	194
5.2.1.2.	Índice de reprobación de créditos.....	194

5.2.1.3.	Promedio aritmético ponderado acumulado (PAPA).....	195
5.2.1.4.	Desviación estándar del PAPA.....	195
5.2.1.5.	Índice de reprobación de estudiantes.	195
5.2.1.6.	Índice de repetición de asignaturas ....	196
5.2.1.7.	Índice de eficiencia del rendimiento académico .....	196
5.2.2.	Análisis envolvente de datos .....	198
5.2.3.	Metodología propuesta para realizar el DEA.....	198
5.2.4.	Análisis y divulgación de resultados obtenidos .....	199
CONCLUSIONES.....		201
RECOMENDACIONES .....		203
BIBLIOGRAFÍA.....		205
APÉNDICES.....		209
ANEXO .....		213

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la Facultad de Ingeniería .....	6
2.	Línea del tiempo 1879 a 1949.....	7
3.	Línea del tiempo 1949 a 1998.....	7
4.	Línea del tiempo 2000 a 2006.....	8
5.	Línea del tiempo 2006 a 2013.....	8
6.	Proceso de acreditación.....	11
7.	Línea del tiempo del proceso de acreditación 2007 a 2009 .....	13
8.	Línea del tiempo del proceso de acreditación 2009 a 2012 .....	13
9.	Malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil, parte frontal .....	35
10.	Malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil, parte posterior .....	36
11.	Educación basada en competencias y el Proyecto Tuning en Europa y Latinoamérica .....	92
12.	Dimensiones del metaperfil del ingeniero civil.....	97
13.	Nomenclatura de la malla curricular .....	145
14.	ACU 14 malla curricular propuesta del primer al quinto semestre .....	146
15.	ACU 14 malla curricular propuesta del sexto al décimo semestre .....	147

### TABLAS

I.	Resumen de propuesta para mejorar la red de estudios de Ingeniería Civil .....	17
II.	Resultados de fiabilidad .....	21
III.	Cursos del Departamento de Hidráulica.....	44

IV.	Evaluación del curso de Mecánica de Fluidos .....	45
V.	Evaluación del curso de Hidráulica .....	47
VI.	Evaluación del curso de Hidrología.....	48
VII.	Evaluación del curso de Hidráulica de Canales .....	50
VIII.	Evaluación del curso de Aguas Subterráneas .....	51
IX.	Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 1 .....	52
X.	Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 2.....	53
XI.	Evaluación del curso de Saneamiento Ambiental.....	54
XII.	Metodología de enseñanza del Departamento de Hidráulica .....	55
XIII.	Cursos del Departamento de Estructuras .....	57
XIV.	Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 1 .....	58
XV.	Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 2 .....	59
XVI.	Evaluación del curso de Análisis Estructural 1 .....	61
XVII.	Evaluación del curso de Tipología Estructural .....	62
XVIII.	Evaluación del curso de Análisis Estructural 2 .....	63
XIX.	Evaluación del curso Concreto Armado 1 .....	65
XX.	Evaluación del curso Concreto Armado 2.....	66
XXI.	Evaluación del curso de Diseño Estructural.....	67
XXII.	Evaluación del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería .....	69
XXIII.	Evaluación del curso Diseño de Estructuras en Mampostería .....	70
XXIV.	Evaluación del curso de Puentes.....	72
XXV.	Metodología de enseñanza del Departamento de Estructuras .....	73
XXVI.	Principales características de los modelos educativos en la educación superior.....	79
XXVII.	Metaperfil propuesto para el ingeniero civil en América Latina, mayo 2011, Colombia .....	97
XXVIII.	Metaperfil del área de ingeniería civil.....	98
XXIX.	ACU 01 .....	109
XXX.	ACU 02 competencias básicas .....	112

XXXI.	ACU 03: competencias básicas del ingeniero civil .....	113
XXXII.	ACU 04: análisis de las disciplinas de los Departamentos Hidráulica y Estructuras .....	114
XXXIII.	ACU 05: Hidráulica y Estructuras .....	116
XXXIV.	ACU 05: cursos complementarios .....	117
XXXV.	ACU 06: relación de competencias por curso .....	118
XXXVI.	ACU 07: clasificación según ACAAI .....	119
XXXVII.	ACU 08: relación de competencias básicas con cursos.....	121
XXXVIII.	ACU 09: Resistencia de Materiales 1 .....	123
XXXIX.	ACU 09: Mecánica de Fluidos .....	123
XL.	ACU 10: nivel de desarrollo de la competencia.....	125
XLI.	ACU 11: comparación del pénsu m de Ingeniería Civil, contra otras universidades .....	126
XLII.	Pénsu m de la carrera de Ingeniería Civil vigente en segundo semestre 2015 .....	131
XLIII.	Resumen de cursos y créditos del pénsu m de Ingeniería Civil .....	137
XLIV.	Resumen de cursos y créditos del pénsu m propuesto de Ingeniería Civil .....	138
XLV.	ACU 13 pénsu m propuesto .....	139
XLVI.	ACU 15: Departamento de Hidráulica .....	148
XLVII.	ACU 15: Departamento de Estructuras .....	148
XLVIII.	ACU 16: Departamento de Hidráulica .....	149
XLIX.	ACU 16: Departamento de Estructuras.....	150
L.	ACU 17: Departamento de Hidráulica .....	151
LI.	ACU 17: Departamento de Estructuras .....	152
LII.	ACU 18: Departamento de Hidráulica .....	153
LIII.	ACU 18: Departamento de Estructuras .....	154
LIV.	ACU 19: Resistencia de Materiales 1 .....	155
LV.	ACU 19: Mecánica de Fluidos .....	162

LVI.	ACU 20, Resistencia de Materiales 1 (civil) .....	169
LVII.	ACU 20: Mecánica de Fluidos .....	172
LVIII.	ACU 21: Resistencia de Materiales 1 (civil) .....	176
LIX.	ACU 21: Mecánica de Fluidos .....	179
LX.	ACU 22: Resistencia de Materiales 1 (civil) .....	182
LXI.	ACU 22: Mecánica de Fluidos 1 .....	183
LXII.	ACU 23: Resistencia de Materiales 1 (civil) .....	184
LXIII.	ACU 23: Mecánica de Fluidos .....	186
LXIV.	Ejemplo de rúbrica de evaluación para una exposición oral .....	191

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
#	Número
%	Porcentaje
Q	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Acreditación</b>	Evaluación integral y dinámica que contempla la totalidad de una institución certificando, mediante un documento legal, la eficacia de su funcionamiento, constituyendo así una garantía de confiabilidad.
<b>Autoevaluación</b>	Proceso participativo interno que busca mejorar la calidad de un sistema. Da lugar a un informe escrito sobre el funcionamiento, procesos, recursos, y resultados de una institución o programa de educación superior.
<b>CEPS</b>	Consejo de la Enseñanza Privada Superior, ente encargado de velar porque se mantenga el nivel académico en las universidades sin menoscabo de su independencia.
<b>Competencia</b>	Conjunto de actividades para las cuales una persona ha sido capacitada.
<b>Competencia básica</b>	Combinación de destrezas, conocimientos y actitudes que se aplican para adaptarse en diferentes contextos sociales.

<b>Competencia genérica</b>	Conjunto de conocimientos, actitudes, valores y habilidades que están relacionados entre sí, ya que en combinación, permiten el desempeño satisfactorio de la persona que aspira a alcanzar metas superiores a las básicas.
<b>Competencia Específica</b>	Competencias que resultan necesarias para dominar un conocimiento, para después aplicarlo a un área específica.
<b>Currículo</b>	Compendio sistematizado de los aspectos referidos a la planificación y el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Hace referencia detallada del conjunto de competencias básicas, objetivos, contenidos, criterios metodológicos y de evaluación que los estudiantes deben alcanzar en un determinado nivel educativo.
<b>EIC</b>	Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos, unidad académica perteneciente a la Facultad de Ingeniería encargada de la formación de ingenieros civiles.
<b>FIUSAC</b>	Facultad de Ingeniería Civil, unidad académica que agrupa a todas las escuelas que imparten la carrera de ingeniería en diversas áreas.

**Pésum**

Presentación sucinta de las asignaturas obligatorias que debe aprobar un estudiante de una carrera, o bien, el número de créditos que debe cursar.



## RESUMEN

La educación es un factor clave para el desarrollo de cualquier nación, razón por la cual la Facultad de Ingeniería, específicamente la Escuela de Ingeniería Civil (EIC), mantiene una lucha constante para mejorar continuamente la calidad del programa académico que ofrece.

Para respaldar la calidad del programa, la EIC se abocó a la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería, la cual otorgó un certificado de acreditación en 2009, en el que sugería actualizar y sistematizar el proceso de revisión curricular. Por lo tanto, las autoridades, en busca de darle seguimiento al proceso de calidad, iniciaron con el programa de readecuación curricular de su pénsum de estudio.

La readecuación curricular es un proceso en el cual se realizaron mesas de discusión con docentes, estudiantes, empleadores y autoridades, para llegar a un consenso de actualización de cada curso del pénsum de estudios de la carrera. Es así como se escoge el enfoque por competencias y se proponen los formatos respectivos para llevar a cabo dicha reestructuración.

Finalmente, se propone una red de estudios con una carga académica de 60 cursos obligatorios y 26 optativos, distribuidos en materias de estructuras, hidráulica, planeamiento, tránsito y transporte, materiales de construcción y obras civiles.

Además, se sugiere un sistema de medición para evaluar la eficiencia del programa vigente contra el propuesto.



# OBJETIVOS

## General

Determinar el modelo educativo adecuado para realizar la readecuación curricular de los Departamentos de Hidráulica, Estructuras y cursos complementarios de la Escuela de Ingeniería Civil.

## Específicos

1. Identificar las fortalezas y debilidades del pñsum de estudios actual de la carrera de Ingeniería Civil.
2. Detallar las competencias que debe poseer un ingeniero civil, según los resultados de la encuesta realizada a los empleadores.
3. Comparar las competencias del egresado de la carrera de Ingeniería Civil y las competencias demandadas por los empleadores.
4. Describir los cambios que se realizarán al pñsum de estudios de la carrera de Ingeniería Civil.
5. Enumerar los beneficios de la reestructuración de la red de estudios de la Escuela de Ingeniería Civil.

6. Proponer los programas de estudio de cada materia de los Departamentos de Hidráulica, Estructuras y cursos complementarios, basados en el modelo por competencias.
  
7. Diseñar la nueva red de estudios de la carrera de Ingeniería Civil.

## INTRODUCCIÓN

En Guatemala existen actualmente catorce universidades, según el Consejo de la Enseñanza Privada Superior (CEPS), de las cuales solamente una es de carácter público, la Universidad de San Carlos de Guatemala. De las catorce universidades en mención, solamente cuatro imparten la carrera de Ingeniería Civil y únicamente dos están acreditadas. Una de ellas es impartida por la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La acreditación de carreras es un reconocimiento público que garantiza que los programas educativos utilizados cumplen los criterios de calidad previamente establecidos por la agencia acreditadora que realiza la evaluación.

El proceso de acreditación de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos fue realizado por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI), ente que en noviembre de 2009 otorgó el certificado de acreditación. Aunado a la entrega del certificado, también entregó un listado de sugerencias que se debían cumplir para mantener la acreditación. Entre estas se planteó la necesidad de actualizar el plan de estudios y sistematizar el proceso de revisión curricular.

La reestructuración curricular, que abarca esta investigación es de los Departamentos de Hidráulica, Estructuras y cursos complementarios de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



# 1. GENERALIDADES

A continuación se relata una breve reseña histórica de la Escuela de Ingeniería Civil, para lograr una mejor comprensión y contextualizar la ubicación de la dependencia donde se realiza la propuesta de readecuación curricular.

Además, se describe el proceso de acreditación que se ha realizado en la escuela mencionada y se citan diversos estudios que han contribuido con este procedimiento que garantiza y respalda la formación de ingenieros civiles formados con programas académicos de calidad.

## 1.1. Escuela de Ingeniería Civil (EIC)

La Escuela de Ingeniería Civil, tiene como objetivo: “Formar profesionales con excelencia académica a nivel licenciatura en el conocimiento y aplicación de la tecnología y sus avances en el ámbito de la Ingeniería Civil, a fin de satisfacer las necesidades de la sociedad guatemalteca”<sup>1</sup>.

Para lograr su objetivo, la EIC imparte cursos que forman académicamente al estudiante de Ingeniería Civil en cinco áreas principales. Adicionalmente, para complementar el perfil de egreso, reciben formación de cursos complementarios que son administrados por otras escuelas de la Facultad de Ingeniería. Los departamentos y áreas principales para la formación de ingenieros civiles, son: Estructuras, Hidráulica, Materiales de Construcción, Planeamiento y Topografía.

---

<sup>1</sup> *Objetivo EIC.* [http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page\\_id=31](http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=31). Consulta: 6 de abril de 2015.

Con los cursos impartidos hasta el 2015, se espera que el estudiante de Ingeniería Civil cumpla con las exigencias de los empleadores y llene las expectativas del siguiente perfil de egreso:

- Una formación básicamente conceptual y analítica complementada en lo esencial con la teoría numérica, con conocimiento de la economía del sector constructivo e inmobiliario.
- Debe saber tomar decisiones adecuadas acerca de las obras de infraestructura a ejecutar de acuerdo a la situación económica del país.
- Disposición agresiva para ser líder en el análisis de los problemas y en la toma de decisiones para plantear soluciones.
- Debe buscar el constante desarrollo de actitudes investigativas en aspectos científicos y tecnológicos como en los de entorno social, económico, político y cultural que impera en la cambiante situación nacional del momento oportuno.
- Actitud de autoestima en todo tipo de actividad que realice (técnica, social o deportiva).
- Patriota y ético, desempeñándose prestigiosamente como profesional.
- Moderno en la aplicación de la informática para la administración de proyectos de infraestructura.
- Dispuesto a autoformarse continuamente en las áreas que las situaciones o el momento demanden.
- Habilidad para establecer conexiones a todo nivel.<sup>2</sup>

### **1.1.1. Historia**

En 1879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto gubernativo, en 1882, se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así de la Escuela Politécnica.

Durante 1895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduado once ingenieros civiles y militares. En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la carrera de Ingeniería Civil, de este hecho arranca la época moderna de la Facultad.

Para 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de física, termodinámica, química, mecánica y electricidad; cursos que, en resumen, constituían los conocimientos para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala, ya que en ese momento se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria. Para 1947 la Facultad ofrecía solamente la

---

<sup>2</sup> *Ing. Civil de hoy.* [http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page\\_id=60](http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=60). Consulta: 6 de abril de 2015.

carrera de Ingeniería Civil; en ese año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron doce semestres para la carrera. Al final de la década de 1960, se estudió la reestructuración y modernización del plan de estudios de la Facultad.

El nuevo plan de estudios fue conocido y aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería y por el Honorable Consejo Superior Universitario a finales de 1970 y fue así que, en 1971, se inició la ejecución del Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería (Planderest), el cual impulsaba la formación integral de los estudiantes de Ingeniería, para una participación cada vez más efectiva de la ingeniería en el desarrollo del país. El plan incluyó la aplicación de un currículo flexible que permitía la adaptación al avance tecnológico, a las necesidades del desarrollo productivo del país y también a la vocación de los estudiantes.

En 1998 se abrió la opción de Ingeniería Civil con Diplomado en Administración, que incluye un grupo de clases adicionales en la carrera de Ingeniería Industrial y de Ingeniería Civil, para formar especialistas en Administración.

El 5 de noviembre de 2000 fue firmado un convenio de cooperación con el director de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual establece: “acciones tendientes a desarrollar de manera conjunta proyectos e intercambios académico, científico, cultural para beneficio de docentes y estudiantes en los distintos campos de investigación científica, desarrollo de proyectos, entre otros<sup>3</sup>”.

Entre 2003 y 2004, el Consejo Superior Universitario Centroamericano confirió categoría Regional Centroamericana a los programas de Maestría en Ingeniería Sanitaria y Maestría en Recursos Hidráulicos, impartidos por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Además, la categoría Regional Centroamericana fue aprobada por el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) por un periodo de cinco años prorrogables por un mismo periodo, previa evaluación.

Un memorando de entendimiento para la cooperación técnica en agua potable y saneamiento ambiental fue firmado por la Facultad de Ingeniería y el Programa Ambiental Regional para Centro América (Proarca), mediante el cual se unieron esfuerzos y acciones para apoyar los programas de saneamiento

---

<sup>3</sup> *Antecedentes*. [http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page\\_id=150](http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150). Consulta: 6 de abril de 2015.

ambiental, con el fin de mejorar las condiciones de salud de la población guatemalteca. Se prevé la posibilidad de que la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS) y el Centro de Investigaciones de Ingeniería colaboren en la capacitación de recursos humanos en los diferentes proyectos del programa.

En noviembre de 2006, según el acta núm. 32-2006, se autoriza que inicie la primera etapa del proceso de readecuación curricular, asesorada por el Dr. Bienvenido Argueta de la dirección general de docencia, trabajo que se realizó durante el segundo semestre del 2006. En 2007, por iniciativa de las autoridades de la Facultad de Ingeniería, surge la inquietud de acreditar la carrera de Ingeniería Civil, por lo tanto, para iniciar el proceso, se realiza la autoevaluación de la Escuela de Ingeniería Civil. Esta situación contribuyó a que, en 2008, se hiciera la solicitud para que la Escuela se sometiera a un proceso de evaluación con fines de acreditación en la ACAAI.

En diciembre de 2008, se obtiene el certificado por parte de ACAAI, logrando la acreditación. Es así como, a través de la resolución de Junta Directiva de acta 44-2010 con fecha 6 de diciembre de 2010, se aprueba la reforma curricular para todas las carreras que sirve la Facultad de Ingeniería.

A lo largo de 2011 se realizaron una serie de investigaciones, las cuales promovieron la reforma curricular de la carrera de Ingeniería Civil, dando como resultado:

- *La medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el cual se vio favorecida la acreditación de la carrera de Ingeniería Civil para la mejora en la formación de profesionales, determinando la relevancia de los estudios en la formación del ingeniero.*

- *Investigación de mercado profesional de ingenieros civiles egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, en ella se identificaron las aptitudes con las que debe contar los profesionales egresados de la carrera de Ingeniería Civil.
- *Elaboración del Manual de organización y el catálogo de estudios de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, este Manual fortaleció el funcionamiento administrativo y académico de la Escuela de Ingeniería Civil, siendo parte de los requisitos indispensables para mantener la acreditación a nivel centroamericano.

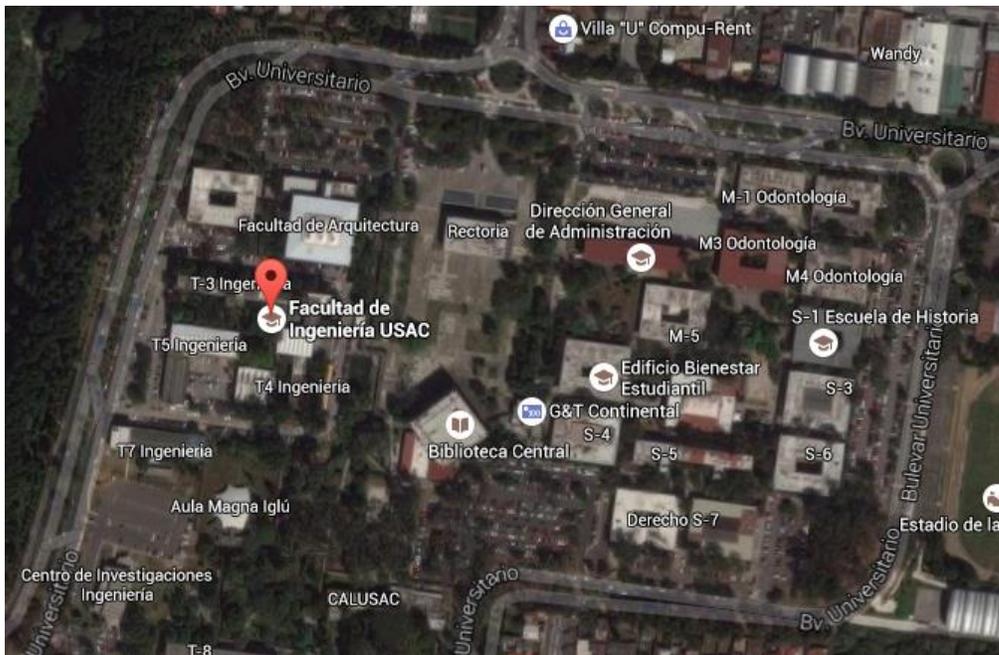
En 2012, se realizó la *Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, en el cual se contribuyó al progreso de la Escuela, ya que permitió conocer cómo estaban formados los diferentes grupos de interés y cuáles eran las necesidades con las que contaba la red curricular, además, dio soporte a la acreditación de la carrera de Ingeniería Civil.

Durante 2013 inició el proceso de readecuación del pánsum de la carrera de Ingeniería Civil, tomando en cuenta la metodología de los cursos, las competencias que desarrollan los estudiantes y la metodología de evaluación que se aplicará en dichos cursos de la carrera.

La Escuela de Ingeniería Civil, como parte del proceso de mejora continua, ha creado una dependencia para fortalecer la calidad académica de sus egresados, siendo esta el Área de Calidad y Acreditación. Además, fue necesaria una subdependencia que se encargara específicamente del proceso

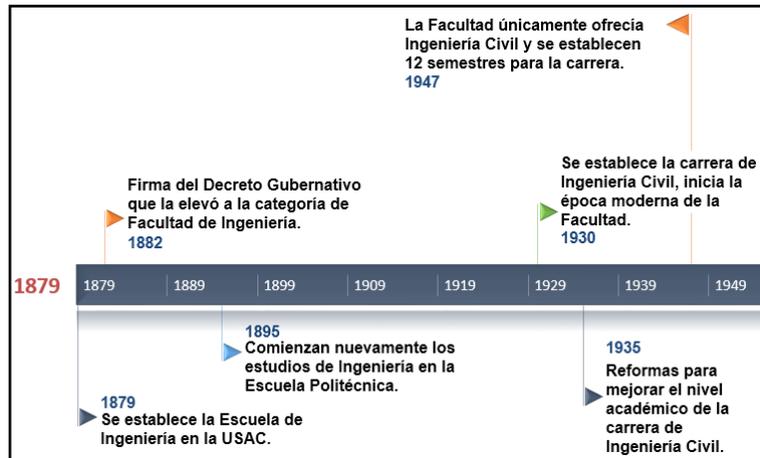
de readecuación curricular. De esta manera, ambas respaldan el proceso de acreditación al que se ve sometida periódicamente dicha Escuela.

Figura 1. **Ubicación de la Facultad de Ingeniería**



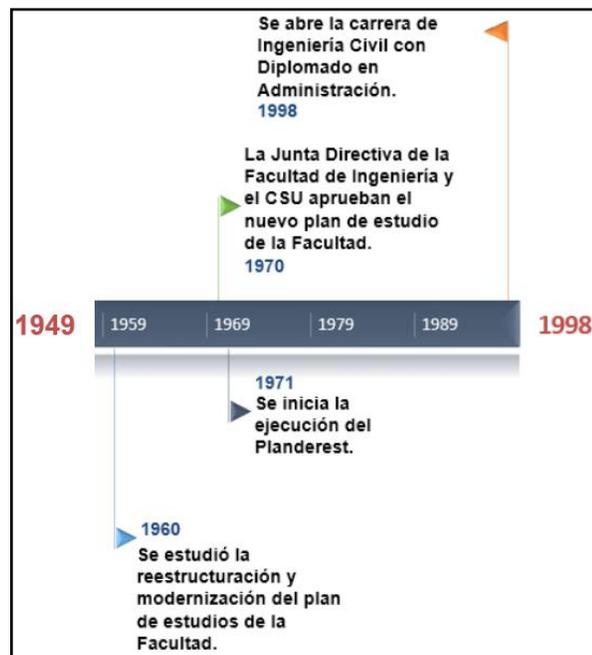
Fuente: *Google Maps*. <https://www.google.com.gt/maps/place/Facultad+de+Ingeniería+USAC>.  
Consulta: 2 de julio de 2015.

Figura 2. Línea del tiempo 1879 a 1949



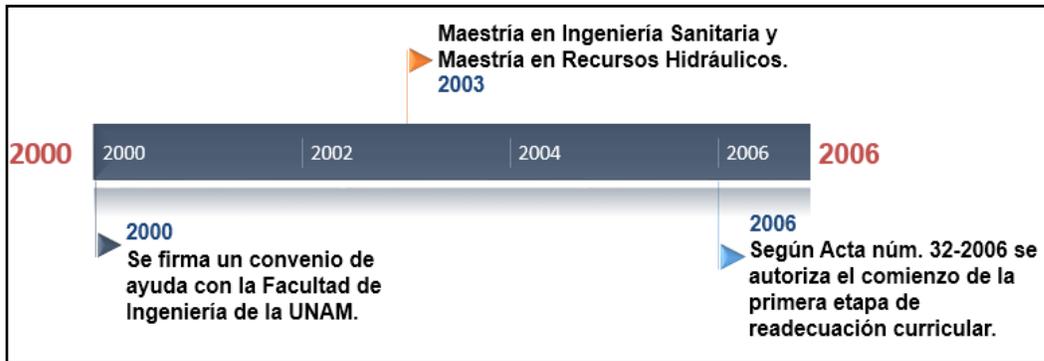
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Línea del tiempo 1949 a 1998



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Línea del tiempo 2000 a 2006



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Línea del tiempo 2006 a 2013



Fuente: elaboración propia.

## **1.2. Antecedentes de readecuación curricular**

A lo largo del tiempo se han dado varios cambios curriculares al p nsum de estudios de la carrera de Ingeniería Civil, con la finalidad de mejorar la academia y ajustarse a las necesidades productivas del país. Los cambios más remotos se dieron en 1935 con la integración de cursos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad a la red de estudios. Más tarde, en 1947 se cambia ciclo de estudios de años a semestres, con la finalidad de ajustarse a las necesidades del estudiantado.

En 1960, las autoridades inician la propuesta de reestructuración del programa de estudios, el cual, en 1971, fue nombrado Planderest, este promovió la modalidad de currículo flexible. Al transcurrir el tiempo, nuevamente en 2006 surge la preocupación de las autoridades de promover la readecuación curricular. Esta iniciativa busca mejorar la calidad académica de los egresados, cualidad que estará respaldada por la acreditación del programa de estudios que se logró en diciembre de 2008.

Al momento de lograr la acreditación, también se adquiere la responsabilidad de aprobar formalmente un proceso de reforma curricular de la carrera de Ingeniería Civil, requerimiento que fue respaldado legalmente por el Acta 44-2010. Por lo tanto, el proceso de readecuación curricular de los contenidos programáticos del p nsum de estudios de Ingeniería Civil inicia adecuadamente en 2013 y se recopila en la presente investigación.

### **1.2.1. Línea del tiempo del proceso de acreditación de la EIC**

La acreditación es el proceso de evaluación basado en estándares y criterios de calidad previamente establecidos, que es llevado a cabo por un

organismo externo que procura garantizar la calidad de una carrera o programa educativo, en este caso de Ingeniería Civil. La agencia seleccionada para evaluar el programa de estudios de la carrera mencionada anteriormente fue ACAAI, el cual es un organismo regional sin ánimo de lucro, constituido por los sectores académicos, público y privado, profesional, gubernamental y empleador de la región, con sede en la Ciudad del Saber, Panamá.

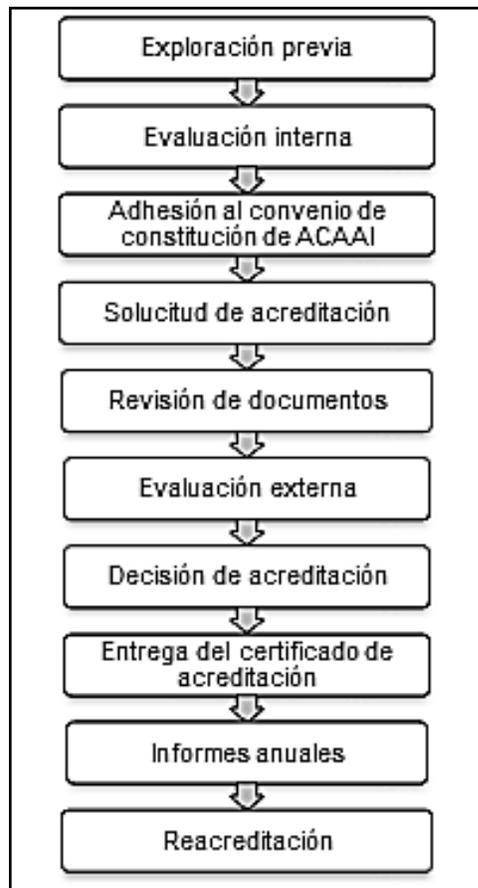
ACAAI requiere la realización de siete etapas previas a la obtención del certificado de acreditación:

- Exploración previa
- Evaluación interna
- Adhesión al convenio de constitución de ACAAI
- Solicitud de acreditación
- Revisión de documentos
- Evaluación externa
- Decisión de acreditación

Al cumplir satisfactoriamente con los siete pasos anteriores, se procede a la entrega del certificado de acreditación en un acto público. Posteriormente, para mantener la certificación a lo largo de todo el plazo por el que haya sido extendido el certificado, se presentan informes anuales para corroborar el cumplimiento del plan de mejora.

Al cumplirse el requisito anterior satisfactoriamente, el programa acreditado se somete a un proceso de reacreditación, que consiste en declarar que el programa previamente acreditado continúa cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos por el organismo acreditador.

Figura 6. **Proceso de acreditación**



Fuente: elaboración propia, con información del *Manual de acreditación* de ACAAI.

Específicamente, en la EIC de FIUSAC, la primera etapa tuvo lugar en 2007, el informe de la evaluación interna se entrega en noviembre de 2008. Las etapas 3, 4 y 5 tuvieron lugar el primer semestre de 2009. Seguidamente, del 23 al 28 de agosto de 2009, se tuvo la evaluación externa, procedimiento que se realiza a través de la visita de los pares evaluadores designados por ACAAI.

El 17 de septiembre de 2009, ACAAI hace llegar el informe con la decisión de acreditación. Como el resultado fue satisfactorio, ACAAI hace entrega del

certificado de acreditación en diciembre de 2009 a la EIC con vigencia de 3 años.

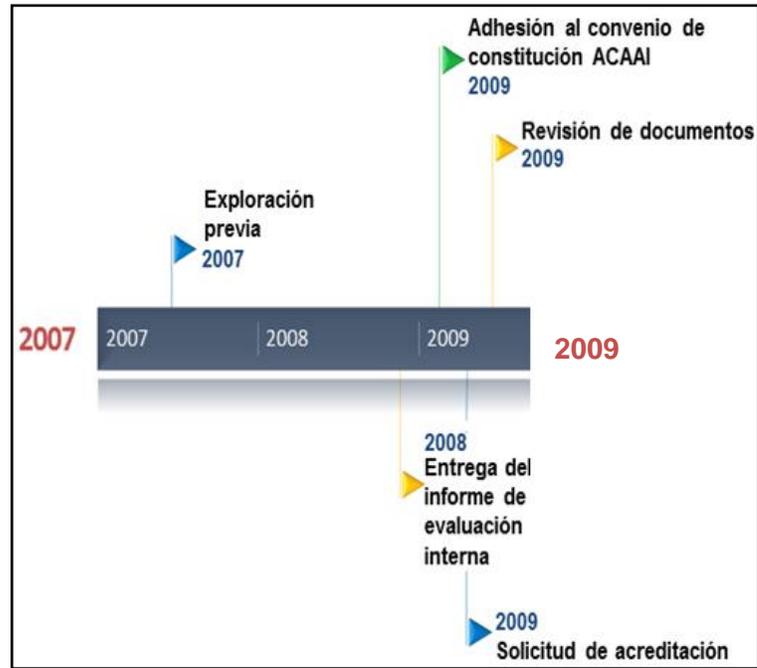
Entre los beneficios que se dieron en EIC a partir de la acreditación cabe destacar:

- Reducción de número de estudiantes por aula.
- Creación del portafolio virtual y página.
- Seguimiento a egresados.
- Manual de normas y procedimientos.
- Compendio de laboratorio.
- Sistematización de las hojas de vida de los catedráticos.
- Estandarización de los programas con el formato oficial.
- Implementación del portafolio docente.
- Implementación del protocolo de seguridad industrial.

Evidentemente, la acreditación fue un proceso que trajo muchas ventajas a nivel tecnológico, técnico, académico, investigativo, entre otras áreas que mejoran las cualidades de egreso de los estudiantes de Ingeniería Civil.

Como parte del proceso de mejora continua, en 2012 la EIC se sometió al proceso de reacreditación y se consigue un certificado de acreditación para un periodo de tres años. Esta vez, la reacreditación conlleva nuevas exigencias en el tema de readecuación curricular. Actualmente la EIC, está preparándose para enfrentarse a un nuevo proceso de reacreditación que tendrá lugar en el segundo semestre de 2015.

Figura 7. **Línea del tiempo del proceso de acreditación 2007 a 2009**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Línea del tiempo del proceso de acreditación 2009 a 2012**



Fuente: elaboración propia.

### **1.2.2. Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de la EIC, FIUSAC**

La investigación titulada *Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, se realizó con base en una encuesta que se efectuó en noviembre de 2011, con la finalidad de diagnosticar las características más importantes para el perfil del ingeniero civil egresado, según la perspectiva de los diferentes grupos de interés encuestados.

La muestra estuvo integrada por 108 empresas entrevistadas por vía telefónica, electrónica o personal. A continuación se detallan los diferentes grupos de interés que conformaron la muestra:

- Institucional (instituciones nacionales)
  - Colegio de Ingenieros de Guatemala
  - Cámara guatemalteca de la construcción
  - Asociación Nacional de Constructores de Viviendas, Anacovi
  - Universidades
  
- Sector privado
  - Planificación de infraestructura
  - Construcción de infraestructura
  - Supervisión de infraestructura
  - Administración
  - Ventas
  - Operación y mantenimiento
  - Valuación

- **Gobierno**
  - Micivi
  - Dirección General de Caminos
  - Ministerio de Salud Pública
  - Empagua
  - Ministerio de Energía y Minas
  - Municipalidades
  - ANAM
  - ONG
  - Organismos internacionales

Del estudio que se realizó, se citarán las fortalezas y debilidades que se detectaron con respecto al pénsun de estudios, ya que son precedentes vitales a considerar al momento de realizar la readequación curricular, para atacar con eficiencia las debilidades, implementando cursos que satisfagan las demandas laborales y actualizando el contenido de las materias que fomentan las fortalezas.

#### **1.2.2.1. Fortalezas del ingeniero civil egresado de FIUSAC**

Según el estudio, se detallan las siguientes fortalezas en el egresado de Ingeniería Civil de FIUSAC:

- Con formación conceptual y analítica.
- Tiene conocimientos de las ciencias básicas de Ingeniería Civil y capacidad numérica.
- Posee espíritu de liderazgo para analizar problemas y plantear soluciones.
- Habilidad para planificar, diseñar y programar proyectos de obras civiles grandes y pequeñas, de alta calidad, resistentes y seguros.
- Con habilidad para organizar, administrar y dirigir una empresa así como a su personal, para poder formar decisiones óptimas acerca de los

proyectos de obras civiles a construir tomando en cuenta recursos financieros, humanos y físicos disponibles, realizándolos de una manera organizada.

- Tiene conocimiento para poder evaluar el impacto ambiental y social de las obras civiles.
- Posee conocimientos para establecer programas en la ejecución de obras enfocadas al mejor aprovechamiento de los recursos<sup>4</sup>.

### **1.2.2.2. Debilidades del ingeniero civil egresado de FIUSAC**

Los diferentes grupos de interés que fueron objeto del estudio que se realizó, manifestaron que el ingeniero civil egresado de FIUSAC tiene las siguientes debilidades:

- Con pocos conocimientos orientados a la economía del sector constructivo e inmobiliario, así como conceptos legales, económicos y financieros para poder tomar decisiones.
- Con poca habilidad para prevención y evaluación de riesgos en obras.
- Poca capacidad de desarrollar mejores formas de disponer sobre desechos peligrosos.
- Carece de capacidad para construir y realizar estudios con proyectos de obras de todo tipo dentro de los campos de la Ingeniería Civil.
- Tiene poca capacidad para supervisar la ejecución de proyectos y estudios de obra civil.
- Carece de habilidad para desarrollar formas de mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura de obras civiles y obras en deterioro.
- Poca habilidad para establecer procedimientos para la operación de equipo y maquinaria para obtener una mejor calidad y productividad.
- Tiene poca capacidad para determinar controles de calidad a aplicar en la ejecución de obras de Ingeniería Civil.
- Poca capacidad para poder realizar actividades docentes y de investigación.<sup>5</sup>

De las debilidades detectadas, la investigación en mención sugiere que se revise periódica y exhaustivamente la red de estudios, para atacar las carencias a través de la actualización de los cursos, depuración de cursos que no aportan

---

4 DE LEÓN QUIJIVIX, Cesiah Griselda. *Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. p. 119.

5 *Ibíd.* p. 120.

beneficios según el perfil de estudios que solicitan los diferentes grupos de interés e implementación de materias que han sido solicitadas a través de las competencias demandadas.

Las propuestas de nuevos cursos que deben implementarse o mejoras que deben efectuarse a la red de estudios, según la investigación, se resumen en la tabla I.

**Tabla I. Resumen de propuesta para mejorar la red de estudios de Ingeniería Civil**

Semestre	Curso	Propuesta
2	Estadística 1	Realizar una combinación el con el curso de Estadística 2, agregando como parte del programa el contenido más aplicable para el ingeniero civil.
3	Ingeniería Eléctrica 1	Combinar el curso de Ingeniería Eléctrica 1 con Ingeniería Eléctrica 2, agregando como parte del programa contenido más aplicable para el ingeniero civil.
5	Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental	Complementar el contenido del curso con gestión de desastres.
6	Hidráulica de Canales	Complementar el contenido de este curso con el contenido del curso de Obras Hidráulicas.
	Técnicas de Investigación 1	Este curso debe agregarse a la red de estudios, el contenido para el mismo debe incluir en su contenido una introducción a la investigación que debe realizar el estudiante para su trabajo de graduación y mostrarle los diferentes enfoques que puede elegir para realizarlo.
7	Ingeniería de la Producción	Complementar el contenido de este curso con los puntos más sobresalientes del curso de Investigación de Operaciones 1. Los temas que deben incluirse deben ser aplicables para el ingeniero civil.
	Análisis Estructural 1	Complementar el contenido del este con el de Análisis Estructural 2, esta fusión daría como resultado el curso Análisis Estructural.
	Técnicas de Investigación 2	Implementar este curso para darle seguimiento al trabajo de graduación que se inició en Técnicas de Investigación 1.

Continuación de la tabla I.

8	Concreto Armado 2	Complementar el contenido del curso con concreto preesforzado.
8	Cimentaciones 1	Se sugiere complementar el contenido del curso con Cimentaciones 2, fusión que daría como resultado el curso de Cimentaciones.
	Ingeniería de Tránsito	Este curso es opcional, se propone complementar su contenido con la materia transportes.
	Técnicas de Investigación 3	Este curso será para darle seguimiento al curso de Técnicas de Investigación 2.
9	Diseño Estructural	Se propone dividir el contenido del curso, situación que conlleva la apertura del curso Diseño Estructural 2.
10	Métodos de Construcción	Complementar el contenido de Métodos de Construcción, con el contenido del curso de Preparación y Evaluación de Proyectos 2.
	Planeamiento	Complementar el contenido de Planeamiento, con el contenido del curso de Social Humanística 2, deben agregarse los puntos más sobresalientes de esta materia que sean aplicables en el ámbito laboral del ingeniero civil.
	Técnica Complementaria 2	Modificar el contenido y enfocarlo al dibujo de proyectos de ingeniería.

Fuente: elaboración propia, con información de De LEÓN QUIJIVIX, Cesiah Griselda. *Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil.* p. 168.

En resumen, la investigación sugirió modificaciones en el contenido de doce cursos, implementar tres cursos nuevos, con la finalidad de darle seguimiento al trabajo de graduación, y la fusión de dos cursos.

### **1.2.3. Medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil egresado de FIUSAC**

*En la investigación Medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San*

*Carlos de Guatemala*, realizada en 2011, cuya finalidad principal fue cuantificar qué tanto se cumplió con las expectativas de los egresados de 2005 a 2009, en cuanto a la formación académica que recibieron a lo largo de su carrera universitaria de Ingeniería Civil.

Este diagnóstico evaluó cinco principales indicadores:

- Elementos tangibles: este apartado evaluó la apariencia y características físicas de la EIC, es decir, las instalaciones, equipos, personal y otros elementos con los que el estudiante está en contacto al realizar sus estudios.
- Fiabilidad: implica la habilidad que tiene la Universidad para ejecutar el servicio educativo prometido de forma adecuada y constante.
- Seguridad (garantía): constituye los conocimientos y atención mostrados por los docentes y personal administrativo, respecto al servicio que estaban brindando, además de la habilidad de los mismos para inspirar confianza y credibilidad.
- Empatía: representa el grado de atención personalizada que ofrece la Universidad a los estudiantes.
- Sensibilidad - capacidad de respuesta: evaluó la disposición para ayudar al estudiante y proveerles un servicio adecuado.

Para los fines de esta investigación, se pondrá énfasis en los resultados que se obtuvieron en la categoría de fiabilidad, ya que evaluó cuatro aspectos

íntimamente relacionados con el tema de readecuación curricular, los cuales son:

- Pénsum de estudio: se refiere a si los cursos que lo conforman son acordes a la realidad y contexto nacional.
- Calidad de conocimientos y experiencias compartidas por el personal docente: toma en cuenta si el personal docente transmitió sabiduría, experiencia, capacidad del dominio de temas relacionados con el curso en cuestión y los conocimientos esenciales relacionados con el desarrollo del curso.
- Contenidos de los cursos: evaluó si los cursos que conforman el pénsum de estudios de la carrera de Ingeniería Civil son acordes a la realidad y al contexto laboral.
- Tiempo programado para la docencia: este aspecto evaluó si el tiempo para impartir un curso fue aprovechado de manera eficaz y eficiente por los docentes.

Los resultados obtenidos en la evaluación de los cuatro ítems descritos anteriormente se resumen a continuación en la tabla II.

Tabla II. **Resultados de fiabilidad**

<b>Aspecto</b>	<b>Media calificativa</b>	<b>Rango de calificación</b>
Pénsum	3,976	3 – 4, “bueno – muy bueno”
Calidad de conocimientos	3,637	3 – 4, “bueno – muy bueno”
Contenido de los cursos	3,871	3 – 4, “bueno – muy bueno”
Tiempo programado	3,242	3 – 4, “bueno – muy bueno”

Fuente: SALGUERO PEZZAROSSO, Edson Ali. *Medición del nivel de satisfacción de la formación del Ingeniero Civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. p. 108.

La tabla II muestra que los cuatro aspectos evaluados obtuvieron calificaciones entre 3 y 4, aunque los valores calificativos pueden catalogarse como satisfactorios, se encuentran en un rango mediático de calificación. Por lo anteriormente expuesto, la investigación realizada arrojó una serie de sugerencias a tomar en cuenta al momento de realizar la readecuación curricular en la EIC.

#### **1.2.3.1. Sugerencias propuestas por la investigación *Medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil con respecto a la readecuación curricular***

Esta investigación detalla una serie de sugerencias con base en cada ítem evaluado. Por los fines que la presente investigación persigue, únicamente se citan las que están relacionadas directamente con el tema de readecuación curricular.

Las sugerencias hechas con respecto al pénsum de estudios son:

- Actualizar constantemente los contenidos incluidos en los cursos.
- Contemplar la posibilidad de inclusiones, exclusiones y/o cambios en los cursos que conforman el p nsum de estudios.
- Aplicar en los cursos impartidos, experiencias y prácticas que asemejen el estudio con la realidad y contexto Nacional.
- Realización de cursos libres o talleres que sirvan de preámbulo o de especialización referente a un curso del p nsum de estudios.<sup>6</sup>

Es de suma importancia considerar estas sugerencias e implementarlas con las metodologías apropiadas para que estas debilidades se erradiquen o reduzcan con el nuevo enfoque de readecuación curricular.

#### **1.2.4. Investigación del mercado profesional del ingeniero civil egresado de FIUSAC**

De acuerdo al estudio se concluyó que:

- Las características o aspectos necesarios que han sido determinados a través de la investigación laboral según los requerimientos del mercado actual son resultados que indican que los profesionales deben de ser responsables en el cumplimiento de sus atribuciones, innovadores, proactivos, deben ser aptos para resolver problemas, trabajar en equipo, diseñar, planificar, evaluar, ejecutar y supervisar proyectos, deben estar actualizados tecnológicamente; estas características del mercado actual son requisitos necesarios para el triunfo laboral del Ingeniero Civil.
- Se diseñaron dos encuestas idóneas una para los empleadores y otra para los Ingenieros Civiles egresados del 2005-2009; necesarias para obtener información confiable y efectiva que brindaron datos precisos para la realización del estudio, análisis y propuesta de posibles mejoras dentro de la Escuela de Ingeniería Civil y en el plan de estudios de la carrera.
- La oferta y la demanda existe en todo mercado, se estableció como demanda laboral a todos los empleadores o empresas que expanden el empleo para los profesionales egresados, los empleadores tienden a ser más exigentes para emplear a los ingenieros civiles. La oferta laboral está constituida por los profesionales de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos USAC o de otras universidades privadas nacionales como extranjeras, estos son los que brindan sus servicios a los empleadores,

---

6 SALGUERO PEZZAROSSO, Edson Ali. *Medición del nivel de satisfacción de la formación el ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. p. 148.

servicios que generalmente son los conocimientos y la experiencia al realizar un trabajo específico.

- La situación laboral actual de los ingenieros civiles egresados no está mal porque el porcentaje de desempleo según la investigación realizada es de un 6%, el único problema es al iniciar la vida laboral debido a que hay obstáculos que impiden la obtención del trabajo como lo son la experiencia y los bajos salarios que ofrecen los empleadores, después de que obtienen el empleo logran ascender de puesto en un tiempo considerable de uno a dos años, por medio de las encuestas realizadas a los ingenieros civiles se logró actualizar la información de los mismos datos que se entregaron al coordinador del área de Acreditación.
- Entre las ventajas competitivas que caracterizan al profesional egresado de la universidad de San Carlos respecto a las demás universidades son: formación enfocada al desarrollo de las habilidades en el dominio de la ingeniería de la Ingeniería Civil, gran parte de los catedráticos tienen estudios de posgrado, mayor experiencia en la enseñanza de la Ingeniería Civil por ser la primera universidad que ofreció dicha carrera en Guatemala. Las desventajas que más se destacan son: ser mal reconocidos por los empresarios por ser universidad del estado en donde no se da un trato justo al estudiante, la asistencia administrativa como: los tiempos de respuesta y postura negativa hacia el estudiante que afecta la capacidad de comunicación y limita el liderazgo del mismo, la mayoría de recién egresados sin experiencia laboral y poca actualización en la tecnología de Ingeniería Civil en mercado laboral. Las desventajas de los egresados de USAC pueden ser aprovechadas por las universidades privadas dentro del país por lo que la Escuela de Ingeniería Civil deberá poner más ahincó por encontrar una nueva perspectiva que debilite estas desventajas.
- Las necesidades en la formación de los profesionales de la Escuela de Ingeniería Civil dependen en gran parte de las necesidades que poseen los empleadores al contratar a un Ingeniero Civil, la investigación de mercado laboral puso en evidencia los requerimientos del mismo que generalmente son: la capacidad de comunicación, la capacidad de trabajo en equipo, la habilidad para el aprendizaje continuo, el conocimiento de idiomas, conocimientos en la tecnología; necesidades que muchas veces definen la obtención del empleo para los profesionales y que deben establecerse dentro del plan de estudios para la formación de profesionales integrales.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> ALVARADO ESTRADA, Alicia Isabel. *Investigación del mercado profesional de ingenieros civiles egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. p.144.

### **1.2.5. Resultados de la autoevaluación de la Escuela de Ingeniería Civil realizada en 2012**

Según el *Informe de autoestudio del programa de Ingeniería Civil*, realizado en mayo de 2012 por Alba Maritza Guerrero Spínola, se listan los principales hallazgos, por categoría, relacionados con la readecuación curricular, los mismos están expresados en términos de fortalezas y oportunidades de mejora.

#### **1.2.5.1. Relación con el entorno**

- **Objetivos educacionales**
  - Existencia de un documento donde se declaran los objetivos del programa de Ingeniería Civil.
  - Se han elaborado estudios para determinar la relación que tienen los objetivos del programa con las necesidades de los grupos de interés, como estudiantes, gremios, municipalidades, instituciones de gobierno, empresas, ONG, entre otras.
  - Existe un documento que contiene la misión de la Facultad de Ingeniería, la cual está en total correspondencia con el objetivo general declarado por el programa de Ingeniería Civil.
  
- **Definición de perfiles**
  - Existen perfiles, tanto de ingreso como de egreso, legalmente aprobados por los órganos de dirección de la Facultad.
  - El perfil de egreso es congruente con la misión institucional, responde a las demandas del entorno, tiene correspondencia con

los atributos del manual de ACAAI. El mismo se les entrega en la semana de inducción a los estudiantes de nuevo ingreso en forma impresa, además, aparece publicado en la página del programa [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63).

### **1.2.5.2. Diseño curricular**

- Planeamiento educativo
  - El programa está legalmente establecido.
  - El plan de estudios del programa está autorizado, y actualmente se encuentra en revisión mediante el proceso de readecuación curricular.
  - Se cumplen con las unidades de medida de dedicación establecidas por ACAAI.
  - El plan de estudios está ordenado de forma sistemática.
  - La malla curricular es ampliamente difundida en el programa.
  - Existe un formato único para la presentación del programa sintético de cada curso.
  - Todas las asignaturas de ciencias de ingeniería y diseño de ingeniería están relacionadas con los objetivos educacionales del programa.
  - Existen cursos optativos y actividades complementarias dentro del plan de estudios.
  
- Revisión curricular
  - Se ha iniciado el proceso de readecuación curricular con la participación de profesores, estudiantes, empleadores y egresados.
  - Se han elaborado estudios que proporcionan insumos a tomar en cuenta en la readecuación curricular.<sup>8</sup>

### **1.2.5.3. Proceso de enseñanza aprendizaje**

- Metodología de enseñanza aprendizaje
  - Los cursos cumplen entre el 90 y 100 % los contenidos programáticos.
  - Los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil han implementado el uso de portafolio docente para evidenciar el cumplimiento y calidad del curso.
  - Existe un sistema de control de asistencia de los profesores que es coordinado por la Secretaría Académica.

---

<sup>8</sup> Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

- Estrategias educativas
  - El estudiante, para cerrar p nsun debe completar, 250 créditos como mínimo, el p nsun de estudios es flexible.
  - En un 80 % de los cursos se incluyen actividades que integran la teoría con la práctica, la cual es desarrollada en laboratorios y prácticas definidas en los programas de los cursos.
  - Se ha implementado el portafolio virtual mediante el cual se tiene contacto directo con los estudiantes a través del uso de la plataforma Dokeos.
  - Se utilizan herramientas informáticas como Land, ETABS, SAP, AutoCAD, Project, entre otros, para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.
  - Se fomenta el trabajo en equipo en la mayoría de los cursos impartidos en la carrera.
- Desarrollo del perfil de egreso
  - Todos los cursos de ciencias de ingeniería y diseño de ingeniería contribuyen al desarrollo de las competencias declaradas en el perfil de egreso.
  - Se realizan actividades como cursos, talleres, seminarios y diplomados que contribuyen al desarrollo de competencias.
  - Existen tres períodos de prácticas, mediante los cuales los estudiantes adquieren las capacidades necesarias para desarrollarse de forma eficaz y eficiente.
  - Todos los programas de los cursos contienen la forma de evaluar y la ponderación que se le da a cada actividad, con el objeto de calcular la nota de promoción.
- Instrumentos de evaluación del desempeño académico
  - La forma de evaluación y ponderación est  debidamente reglamentada.
  - Todos los programas de los cursos tienen descrita la forma de evaluar que los profesores realizarán.<sup>9</sup>

#### **1.2.5.4. Administración del talento humano**

- Personal académico
  - La cantidad de profesores es adecuada para alcanzar los objetivos del programa. Se cuenta con 32 profesores titulares, 20 profesores interinos y 24 profesores ayudantes de cátedra.
  - En las asignaturas de ciencias y diseño de ingeniería se atiende a un máximo de 40 estudiantes por sección.
  - El 100 % de los docentes tienen grado de licenciatura, un 47 % de docentes tienen grado de maestría y un 8 % de docentes con estudios de doctorado. El 89 % de docentes tiene experiencia de

---

<sup>9</sup> Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

- más de 3 años y el 80% de docentes tienen experiencia profesional.
  - Existen mecanismos y reglamentos de contratación del personal titular.
  - Existe un Programa de Carrera Docente (Recupa), que contempla todo lo relacionado con política salarial, promoción docente, evaluación del desempeño, carga docente entre otros.
  - Una vez cada semestre, por mandato institucional, Comeval realiza la evaluación del desempeño docente, con la participación de estudiantes, docentes y jefes inmediatos.
- Capacitación del personal académico
  - Existe un programa permanente de educación continua a distancia que permite que todos los docentes se capaciten.
  - La Escuela de Ingeniería Civil ha implementado la capacitación continua del uso del portafolio virtual.
  - Se ha desarrollado la innovación educativa a través de la capacitación en tecnologías de la información y comunicación. La otra línea abordada es la pedagógica con la formación en currículo por competencias.
- Personal de apoyo
  - Existe suficiente personal de apoyo para atender las jornadas de trabajo de la Escuela de Ingeniería Civil, contando con personal de secretaría por la mañana y por la tarde.
  - Existen mecanismos para seleccionar, evaluar y contratar al personal administrativo que apoya la labor docente de la Escuela.<sup>10</sup>

### **1.2.5.5. Servicios estudiantiles**

- Comunicación y orientación
  - Existencia de un sistema de comunicación e información del rendimiento académico. El estudiante ingresa al mismo mediante la plataforma de la Facultad de Ingeniería, utilizando su usuario y pin.
  - La Escuela de Ingeniería Civil ha designado, en cada semestre, profesores para que atiendan a los estudiantes en forma individual mediante tutorías de los cursos de ciencias de la ingeniería y diseño de ingeniería.
  - Existen mecanismos institucionales de comunicación mediante los cuales los estudiantes se comunican con los profesores y autoridades del programa.
  - La Facultad de Ingeniería cuenta con el servicio de orientación académica, a través de la oficina de orientación estudiantil y desarrollo humano.

---

<sup>10</sup> Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

- Servicios de apoyo a los estudiantes
  - La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con la Sección de Orientación y Bienestar Estudiantil.
  - La Facultad de Ingeniería cuenta con la Unidad de Orientación Estudiantil y Desarrollo Humano, mediante la cual brinda los servicios de: becas, ferias de empleo, pasantías, cursos cortos, diplomados, entre otros.
  - La Facultad de Ingeniería, a través de la administración, brinda los servicios de clínica médica, clínica dental, uso de hornos microondas, entre otros.<sup>11</sup>

### **1.2.5.6. Gestión académica**

- Organización
  - La organización administrativa académica de la Escuela de Ingeniería Civil está claramente establecida.
  - Existe un manual de funciones y organización de la Escuela de Ingeniería Civil, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería y distribuido a cada uno de los profesores en reunión de claustro, el mismo se encuentra colocado en la página de Ingeniería Civil.
  - El personal directivo de la escuela de Ingeniería Civil es el idóneo, competente y cuenta con experiencia en educación superior.
- Eficacia de la gestión
  - Se realizó la investigación Medición del nivel de satisfacción de la formación de los ingenieros Civiles egresados de la Facultad de Ingeniería de la USAC, por Edson Ali Salguero Pezzarossi, en 2011.
  - La evaluación del desempeño de los profesores con cargos administrativos está debidamente reglamentada y con procesos institucionalizados.
- Eficiencia de la gestión
  - Existe un sistema computarizado donde se van colocando los avances del plan operativo anual.
  - Existe oferta de cursos de especialización para docentes de la Escuela de Ingeniería Civil.
- Sistemas de información y registro
  - Existen sistemas de control y supervisión del registro académico a cargo del Centro de Cálculo e Investigación Educativa, de forma

---

11 Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

diaria se hacen copias de seguridad de toda la información que se maneja en el mismo.<sup>12</sup>

### **1.2.5.7. Infraestructura del programa**

- **Diseño**
  - La Escuela de Ingeniería Civil dispone de áreas de trabajo, equipamiento e insumos para la realización de las actividades académicas propias del programa.
  - En los laboratorios de las asignaturas de ciencias de ingeniería y diseño de ingeniería se atienden a grupos no mayores de 20 estudiantes.
  - Los docentes cuentan con una sala de profesores para atender a los estudiantes y realizar las reuniones organizadas por la administración del programa.
  - Existe en la Facultad un auditorio para realizar actividades culturales, artísticas o académicas, además de dos salas de videoconferencias equipadas para llevar a cabo cualquier actividad que favorezca el aprendizaje de los estudiantes.
  - Los estudiantes de Ingeniería Civil tienen acceso a los lugares de recreo como cancha de fútbol sala, jardines con ranchitos, bancas para su esparcimiento. Además, pueden parquear sus vehículos en los estacionamientos habilitados para estudiantes.
  - La construcción de los edificios que alberga a los estudiantes de Ingeniería se ha realizado con criterios de arquitectura sostenible.
  
- **Prevención y seguridad**
  - Los edificios de la Facultad de Ingeniería cuentan con rutas de evacuación y están debidamente señalizados.
  - Los edificios de la Facultad fueron diseñados con normas de prevención y seguridad.
  - La Escuela de Ingeniería Civil cuenta con un protocolo de prevención y seguridad ocupacional.
  - Las construcciones se han realizado cumpliendo con leyes de construcción vigentes.
  - Existe un plan de contingencia en caso de incendios, sismos e inundaciones.

### **1.2.5.8. Recursos de apoyo**

- **Recursos tecnológicos**
  - Los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil, administrados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, cuentan con los equipos adecuados para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

---

12 Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

- La Facultad de Ingeniería cuenta con 7 laboratorios de cómputo con un promedio de 30 computadoras por laboratorio, para el servicio de los estudiantes.
- Recursos documentales
  - Existe una biblioteca central para uso de todos los estudiantes de la USAC, una biblioteca principal en el Edificio T-4 Mauricio Castillo Contoux, un centro de documentación en el CICON, una biblioteca en el Departamento de Física y una biblioteca en la ERIS.
  - Existencia de bases de datos como Ebsco, E-libro, Latindex, entre otros, que están para uso de estudiantes y profesores.
  - Para clasificar los libros se utiliza el Sistema de Clasificación Decimal Dewey por materia y el método Cutter Sanborn para clasificar por autor.
  - Existencia de más de 5 títulos diferentes de documentos por asignatura del programa y al menos 4 volúmenes por cada estudiante inscrito.
- Recursos para el aprendizaje
  - Se disponen de salones equipados con equipo multimedia, pizarrón de marcador, y a inicio de cada semestre se le entrega a los docentes materiales para su uso.
  - Se ha promovido la producción intelectual, existe un normativo para publicación, tanto de estudiantes como de docentes.
  - Las publicaciones de los profesores del programa han sido publicados en revistas indexadas.
- Mobiliario e insumos
  - Existe un inventario del mobiliario y equipo destinado a la Escuela de Ingeniería Civil.<sup>13</sup>

### **1.2.5.9. Graduados**

- Titulados
  - La Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene 133 años de formar ingenieros civiles, contribuyendo al desarrollo de la infraestructura del país.
  - Los registros de egresados datan de 1974, según los mismos se han graduado más de 2 555 profesionales.
  - Se han realizado varias investigaciones como seguimiento de egresados y con el objeto de retroalimentar el perfil de egreso y la revisión curricular, siendo:

---

13 Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Civil. [http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page\\_id=63](http://civil.ingenieria-usac.edu.gt/home/?page_id=63). Consulta: abril de 2015.

- Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Cesiah Griselda De León Quijivix, 2012.
    - Investigación del mercado profesional de Ingenieros Civiles egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Alicia Isabel Alvarado Estrada, 2011.
    - Medición del nivel de satisfacción de la formación del Ingeniero Civil egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Edson Ali Salguero Pezzarossi, 2011.
  - A través del Funsin se ofertan cursos de actualización profesional a los egresados de Ingeniería Civil.
- Eficiencia del proceso formativo
  - Se cuenta con información estadística sobre la duración efectiva de los estudios de la carrera de Ingeniería Civil.<sup>14</sup>

En este capítulo se citaron varias investigaciones realizadas previamente que contienen sugerencias a tomar en cuenta para realizar cambios curriculares que reduzcan o, en el mejor de los casos, erradiquen debilidades en los egresados de EIC.

---

14 GUERRERO SPÍNOLA, Alba Maritza. *Informe de autoestudio del programa de Ingeniería Civil*. Consulta: mayo de 2015.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED CURRICULAR DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

En este capítulo se describen las áreas o campos de estudio que abarca la formación del ingeniero civil egresado de FIUSAC, según la red curricular vigente en 2015, cada una de las materias que conforma dichas áreas o departamentos y los requerimientos mínimos para obtener el título que acreditan a un egresado como Ingeniero Civil.

### **2.1. Red curricular de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Según el pènsum de estudios vigente en el 2015, el estudiante de Ingeniería Civil debe acumular como mínimo 250 créditos académicos de su red de estudios para graduarse. Con la finalidad de garantizar la especialidad de la carrera, se ha establecido que no menos de 160 créditos corresponderán a materias obligatorias. La red de estudios vigente establece que con los cursos obligatorios que posee se completan 227 créditos obligatorios.

La red de estudios está dividida en 9 áreas, siendo estas: Topografía y Transportes, Estructuras, Construcciones Civiles y Materiales de Construcción, Hidráulica, Planeamiento, Ciencias Básicas y Complementarias, CESEM-ERIS y EPS. Si el estudiante desea obtener el diplomado en administración, su red de estudios cuenta con una división más, el área Administrativa.

De la clasificación descrita, la Escuela de Ingeniería Civil, tiene a su cargo la administración de tres departamentos y dos áreas:

- Departamento de Hidráulica
- Departamento de Estructuras
- Departamento de Planeamiento
- Área de Topografía y Transporte
- Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

Figura 9. Malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil, parte frontal



**USAC**  
**FACULTAD**  
**DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA CIVIL**  
**E INGENIERÍA CIVIL CON OPCIÓN DE**  
**DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN**

Ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten crear, recrear y aplicar el saber científico en la producción y en los procesos tendientes a la transformación de la materia y fuentes de energía, para beneficio del Ser Humano.

**Ingeniería Civil:** Comprende la planificación y ordenamiento urbano; la definición de políticas y la elaboración de proyectos, organización, control y dirección de los trabajos necesarios en la construcción, funcionamiento y conservación de obras de ingeniería, como carreteras, vías férreas, puentes, estructuras de edificios y proyectos habitacionales.

La carrera de Ingeniería Civil consta de diez semestres con 250 créditos. Se imparte en cinco áreas: Estructuras, Hidráulica, Materiales y Construcciones Civiles, Topografía y Transportes, y Planeamiento.

Teléfonos: (502) 2443-9500 extensión 1597  
o (502) 2476-0422  
www.ingenieria.usac.edu.gt

	6	7	8	9	10
1	064 0 TOPOGRAFIA 3 082 3	558 0 VIAS TERRESTRES 1 081 4	570 0 TRANSPORTES VIAS TERRESTRES 2 550 4	798 4 SEMINARIO DE INVESTIGACION C.C. a partir del primer semestre del 2012	
2	302 3 MANTENIMIENTO DE 300	304 0 RESISTENCIA DE MATERIALES 1 302 4 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS 1 302 5 CONCRETO ARMADO 1 456	308 0 ESTRUCTURAL 2 306 5 ECONOMIA DE CONCRETO ARMADO 2 314 5 ESTRUCTURAL 311 5	328 0 MANTENIMIENTO ESTRUCTURAL 3 308 5 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS 2 308 5 DISEÑO DE ESTRUCTURAS EN MAMPUESTA 321 5 PUENTES 318 5 CONCRETO ARMADO 316 5 DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS 1 321 5 CARGAS 318 5	317 0 DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS 2 315 3 ESTRUCTURAL 329 5 DISEÑOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS 2 325
3	456 0 MATERIALES DE CONSTRUCCION 300 5 300		318 0 CIMENTACIONES 1 309 5 PAVIMENTOS 550 4	340 0 METODOS DE CONSTRUCCION 321 5 CIMENTACIONES 2 318 4	
4	250 0 HIDRAULICA	252 0 HIDROLOGIA 252 4 HIDRAULICA DE MAGNANAS 252	254 0 CANAL SUBTERANEAS	262 0 OBRAS HIDRAULICAS 264 5	264 0 PLANIFICACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS 262
5	700 0 ECONOMIA 2 090 5 090 5 090 5 090 5			190 0 COSTOS PRESUPUESTOS Y ANALISIS 190 4 PLANEAMIENTO 190 4 INVESTIGACION ECONOMICA 190 4	190 0 URBANISMO 190 5
6	200 0 ING. ELECTRICA 2	150 0 ING. ELECTRICA PRODUCCION 150 5	170 0 ANÁLISIS MECANICO 170 5 306	200 0 ETICA PROFESIONAL 200 4	
7			254 0 SANEAMIENTO AMBIENTAL 254 5 SANTARIA 254 5 SANTARIA 254 5	700 0 SEMINARIO DE INVESTIGACION EPN C.C. 700 4	
8		601 0 ADMINISTRACION DE EMPRESAS 601 5 601 5 601 5	650 0 ADMINISTRACION 650 5		700 0 INVESTIGACION ECONOMICA 700 4
9		258 0 PRACTICA INTERMEDIA 258 4		700 0 INVESTIGACION ECONOMICA PROYECTOS 700 4	2032 0 PRACTICA FINAL 2032 5 URBANISMO 190 5 PROYECT 190 5
10					

Vigente / INGENIERIA CIVIL / CÓDIGO 01

Fuente: Pénsum de Ingeniería Civil.

[https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria\\_civil.jpg](https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria_civil.jpg). Consulta: 9 de marzo de 2015.

Figura 10. Malla curricular de la carrera de Ingeniería Civil, parte posterior

1	2	3	4	5
0000	0000	0000	0000	0000
0001	0001	0001	0001	0001
0002	0002	0002	0002	0002
0003	0003	0003	0003	0003
0004	0004	0004	0004	0004
0005	0005	0005	0005	0005
0006	0006	0006	0006	0006
0007	0007	0007	0007	0007
0008	0008	0008	0008	0008
0009	0009	0009	0009	0009
0010	0010	0010	0010	0010
0011	0011	0011	0011	0011
0012	0012	0012	0012	0012
0013	0013	0013	0013	0013
0014	0014	0014	0014	0014
0015	0015	0015	0015	0015
0016	0016	0016	0016	0016
0017	0017	0017	0017	0017
0018	0018	0018	0018	0018
0019	0019	0019	0019	0019
0020	0020	0020	0020	0020
0021	0021	0021	0021	0021
0022	0022	0022	0022	0022
0023	0023	0023	0023	0023
0024	0024	0024	0024	0024
0025	0025	0025	0025	0025
0026	0026	0026	0026	0026
0027	0027	0027	0027	0027
0028	0028	0028	0028	0028
0029	0029	0029	0029	0029
0030	0030	0030	0030	0030
0031	0031	0031	0031	0031
0032	0032	0032	0032	0032
0033	0033	0033	0033	0033
0034	0034	0034	0034	0034
0035	0035	0035	0035	0035
0036	0036	0036	0036	0036
0037	0037	0037	0037	0037
0038	0038	0038	0038	0038
0039	0039	0039	0039	0039
0040	0040	0040	0040	0040
0041	0041	0041	0041	0041
0042	0042	0042	0042	0042
0043	0043	0043	0043	0043
0044	0044	0044	0044	0044
0045	0045	0045	0045	0045
0046	0046	0046	0046	0046
0047	0047	0047	0047	0047
0048	0048	0048	0048	0048
0049	0049	0049	0049	0049
0050	0050	0050	0050	0050
0051	0051	0051	0051	0051
0052	0052	0052	0052	0052
0053	0053	0053	0053	0053
0054	0054	0054	0054	0054
0055	0055	0055	0055	0055
0056	0056	0056	0056	0056
0057	0057	0057	0057	0057
0058	0058	0058	0058	0058
0059	0059	0059	0059	0059
0060	0060	0060	0060	0060
0061	0061	0061	0061	0061
0062	0062	0062	0062	0062
0063	0063	0063	0063	0063
0064	0064	0064	0064	0064
0065	0065	0065	0065	0065
0066	0066	0066	0066	0066
0067	0067	0067	0067	0067
0068	0068	0068	0068	0068
0069	0069	0069	0069	0069
0070	0070	0070	0070	0070
0071	0071	0071	0071	0071
0072	0072	0072	0072	0072
0073	0073	0073	0073	0073
0074	0074	0074	0074	0074
0075	0075	0075	0075	0075
0076	0076	0076	0076	0076
0077	0077	0077	0077	0077
0078	0078	0078	0078	0078
0079	0079	0079	0079	0079
0080	0080	0080	0080	0080
0081	0081	0081	0081	0081
0082	0082	0082	0082	0082
0083	0083	0083	0083	0083
0084	0084	0084	0084	0084
0085	0085	0085	0085	0085
0086	0086	0086	0086	0086
0087	0087	0087	0087	0087
0088	0088	0088	0088	0088
0089	0089	0089	0089	0089
0090	0090	0090	0090	0090
0091	0091	0091	0091	0091
0092	0092	0092	0092	0092
0093	0093	0093	0093	0093
0094	0094	0094	0094	0094
0095	0095	0095	0095	0095
0096	0096	0096	0096	0096
0097	0097	0097	0097	0097
0098	0098	0098	0098	0098
0099	0099	0099	0099	0099

**Mensaje del Decano**

Estimados Amigos Universitarios

La Facultad de Ingeniería se encuentra trabajando durante varios años, en los procesos de Investigación, Curricular y de Acreditación Internacional. Estos procesos son fundamentales para que nuestra carrera sea reconocida a nivel mundial. Para ello, debemos involucrar a todos los sectores: egresados, empleadores, profesores y estudiantes, para finalmente tener profesionales con un perfil basado en las competencias.

El cumplir con el objetivo de actualizar nuestra estructura académica, significa el tener presente los compromisos de mejora de nuestros cursos, programas y títulos. Para ello, debemos definir las estrategias a impulsar para tener incidencia en los cambios que demanda nuestra sociedad.

La red hoy presentada, debe tener cambios constantes, producto del consenso y de las evaluaciones serias que tenemos que fomentar a lo largo de nuestras agendas de trabajo. Cada una de las carreras o escuelas, tienen definido el objetivo y el compromiso de trabajar en búsqueda de satisfacer las necesidades del mercado y articular, los conocimientos necesarios que deben conformar los diversos programas de Ingeniería.

La presente red constituye en este momento su instrumento de trabajo, el esqueleto de su profesión, debemos tener presente que la misma debe ser evaluada y mejorada. Por ello, invitamos a todos nuestros egresados, empleadores y tener una actualización acorde a las condiciones imperantes y a las necesidades que emanan los cambios a definir.

Bienvenidos a este reto, y a tener presente este compromiso, y caminemos juntos hacia la búsqueda constante de la calidad académica.

Saludos de su amigo,  
Ing. Murphy Paiz.  
DECANO

Fuente: *Pénsum de Ingeniería Civil.*

[https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria\\_civil.jpg](https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria_civil.jpg). Consulta: 9 de marzo de 2015.

## **2.2. Descripción del sistema de créditos académicos utilizado en la EIC**

La metodología de asignación de cursos en la Escuela de Ingeniería Civil, está basada en un p $\acute{e}$ nsum flexible y un sistema de créditos académicos. En los primeros dos años de carrera, los cursos forman una base común para cualquier tipo de ingeniería. Posteriormente, el estudiante se inclina por las distintas carreras que ofrece la Facultad y sigue con mayor énfasis en las ramas de ingeniería de la carrera.

Es importante destacar que la información acerca del sistema de créditos utilizado en la EIC y las etapas que integran la educación de pregrado de FIUSAC, fue redactada con base en el *Informe sobre la reforma curricular* realizado por Joel Eduardo Guerrero Spínola en abril de 2011.

### **2.2.1. Etapas que integran la educación de pregrado de FIUSAC**

La educación de pregrado de la Facultad de Ingeniería está integrada en las siguientes etapas.

#### **2.2.1.1. Básica**

Esta etapa está orientada a que el estudiante obtenga los conocimientos básicos de la carrera y adquiera la instrumentación teórica para las etapas siguientes.

### **2.2.1.2. Técnico-científica (intermedia)**

Esta etapa sirve para que el estudiante adquiera el conocimiento de las ciencias propias de la ingeniería y entre en contacto con las tecnologías que requieran las mismas.

### **2.2.1.3. Profesional**

Esta etapa cumple con el objeto que el estudiante haga un recuento de lo que aprendió, observe nuevamente la realidad guatemalteca y aplique los conocimientos aprendidos de acuerdo a criterios profesionales, integrando los campos técnico, científico, económico y social-humanístico.

El estudiante debe llevar cursos obligatorios y optativos. Los cursos obligatorios definen la formación básica y la especialidad de la carrera. Los cursos optativos permiten al estudiante obtener la máxima adecuación a sus aptitudes y vocación, mediante una selección de cursos que le permitirán especializarse según sus aptitudes. Los cursos optativos también se estructuran de acuerdo con las necesidades presentes y futuras del desarrollo del país, en la descripción del plan de estudios de toda carrera se indican los cursos obligatorios y optativos de cada caso.

## **2.2.2. Clasificación de los cursos por contenido**

Los cursos del plan de estudio, por su contenido, se clasifican en los siguientes grupos.

### **2.2.2.1. Grupo 1: ciencias básicas y matemáticas**

Comprende las matemáticas y ciencias básicas para cualquier carrera universitaria. Su ubicación corresponde con la etapa básica de las carreras de ingeniería. Se orienta dentro de un ambiente científico-cuantitativo, donde los cursos de matemáticas servirán de apoyo para integrar el resto de cursos básicos.

### **2.2.2.2. Grupo 2: ciencias de la ingeniería**

Comprende las ciencias para las carreras de ingeniería, su ubicación corresponde a la etapa técnico-científica (intermedia) de las carreras de ingeniería. Se orienta dentro de un ambiente científico-tecnológico, a través del aprendizaje de las ciencias propias de la ingeniería y experimentación de técnicas con ayuda de los laboratorios. En cada una de las carreras de ingeniería se determinan los cursos fundamentales que sirven de eje principal para la formación del estudiante en las carreras correspondientes.

### **2.2.2.3. Grupo 3: cursos profesionales**

Se ubica en la etapa profesional de las carreras de ingeniería, comprende los cursos de aplicación que por su índole caracterizan plenamente a las distintas ramas de la profesión. Estos cursos, apoyados en los que corresponden al área de ciencias de ingeniería, servirán para preparar al estudiante sobre cuestiones prácticas de la profesión y de aplicación al desarrollo del país.

#### **2.2.2.4. Grupo 4: cursos complementarios**

Comprende dos subgrupos el social-humanísticos y los cursos técnicos. Los primeros se ubican a lo largo de todas las carreras de ingeniería, servirán para proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios del ambiente geográfico, social, económico, antropológico y cultural guatemalteco, con el objeto de adaptar mejor al estudiante con el medio en que llevará a cabo su ejercicio profesional y se exige un nivel mínimo de preparación en esa área conforme lo indican los planes particulares de cada carrera. Los estudiantes podrán llevar estos cursos en cualquiera de las facultades de la Universidad, previa consulta con las autoridades respectivas, con el objeto de facilitar la labor del estudiante. Los cursos social-humanísticos también se imparten en la propia Facultad de Ingeniería en forma regular como el resto de los cursos. Es importante observar que los cursos de esta área no son necesariamente los únicos que puede llevar el estudiante en el subgrupo y se recomienda consultar los planes de estudio de otras facultades.

Los cursos técnicos se ubican entre la etapa básica y la etapa técnica de las carreras de ingeniería. Tienen por objeto desarrollar en el estudiante aptitudes y habilidades que le permitan trabajar profesionalmente a nivel técnico. Sirven también para llevar a la práctica los conocimientos adquiridos con los cursos básicos.

Para graduarse en el grado de licenciado, se necesita haber obtenido por lo menos 250 créditos académicos, además de haber ganado el examen general privado y elaborado una tesis. Para las carreras combinadas (Mecánica Eléctrica y Mecánica Industrial) se necesitan 50 créditos académicos adicionales, dando un total de 300 créditos para carreras combinadas.

En general, se hace equivaler un crédito a un periodo diario semanal de clase expositiva durante un semestre o a tres periodos cuando se trata de trabajos prácticos.

La duración de las carreras no combinadas es de 5 años y para las carreras combinadas de 6 años, más el tiempo necesario para los exámenes generales, público y privado. La carga académica semestral oscila alrededor de 25 créditos, sin embargo, los estudiantes con un alto rendimiento académico podrán llevar semestralmente más de 27 créditos (que se toma como máximo), previa autorización de las autoridades respectivas. La promoción del pénsum flexible es por cursos y no por años. Un estudiante puede aprobar un curso preparatorio por medio de un examen optativo y, de acuerdo con la forma anunciada oportunamente por la Facultad, también pueden otorgarse créditos académicos por actividades estudiantiles de extensión y de servicio social, adicionalmente a los académicos y de acuerdo con normas especiales.

El pénsum flexible permite que el estudiante imprima en su formación el acento de su personalidad, ya que puede escoger los cursos que desee llevar dentro de un grupo mayor que le ofrece el plan de estudios, sin más restricciones que las que le imponen los prerrequisitos de los cursos que desee llevar. Un estudiante que desee ser un ingeniero más científico deberá de llevar el máximo de ciencias básicas y ciencias de ingeniería, otro que desee ser un ingeniero más práctico, llevará el máximo de cursos profesionales, habiendo otras combinaciones que el mismo estudiante desee seleccionar.

### **2.3. Área de Readecuación Curricular**

Al obtener el certificado de acreditación, en 2009, la Escuela de Ingeniería Civil recibe como sugerencia actualizar el plan de estudios y sistematizar el

proceso de revisión curricular. Por tal razón, las autoridades solicitan a la Unidad de Planificación la presentación de un documento que contenga la Política de actualización curricular de la Facultad de Ingeniería de la USAC.

La Junta Directiva de FIUSAC, mediante la resolución de acta 44-2010 de fecha 6 de diciembre de 2010, aprueba la reforma curricular para todas las carreras de dicha Facultad. Acatando la resolución mencionada, la EIC incluyó como línea prioritaria del Plan Operativo Anual 2011 la línea estratégica A.2.2. Fortalecimiento del sistema de actualización curricular universitario, es así como surge la necesidad de crear el Área de Readecuación Curricular.

#### **2.4. Departamentos en los cuales se realizará la readecuación curricular**

La propuesta de readecuación curricular abarcará los tres departamentos y dos áreas que son administradas por la Escuela de Ingeniería Civil, los cuales se enlistan a continuación:

- Departamento de Hidráulica
- Departamento de Estructuras
- Departamento de Planeamiento
- Área de Topografía y Transporte
- Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

Cada unidad académica listada anteriormente está dirigida por un jefe de Departamento o un coordinador de Área, quien es designado por el director de Escuela.

### **2.4.1. Departamento de Hidráulica**

Su finalidad es proporcionar al profesional de la ingeniería civil la teoría y conceptos necesarios para generar soluciones fiables a los problemas relacionados con el aprovechamiento y manejo de fluidos.

#### **2.4.1.1. Descripción del Departamento de Hidráulica**

En el Departamento de Hidráulica, el contexto para el desempeño del ingeniero incluye:

- Diseño, cálculo y construcción de drenajes pluviales y aguas residuales.
- Diseño, cálculo y construcción de sistemas de agua potable.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Diseño y construcción de sistemas contra incendios.
- Construcción de hidroeléctricas.
- Control de erosión.
- Rellenos sanitarios.
- Manejo y control de ríos.

#### **2.4.1.2. Cursos impartidos por el Departamento de Hidráulica**

Según la red curricular vigente para el segundo semestre de 2015 de la carrera de Ingeniería Civil, diez cursos forman parte del Departamento de Hidráulica y se enlistan en la tabla III, con su respectivo código. Posteriormente, se describirá el contenido de cada curso, sus objetivos, metodología y evaluación.

Tabla III. **Cursos del Departamento de Hidráulica**

<b>Código de curso</b>	<b>Nombre del curso</b>
250	Mecánica de fluidos
252	Hidráulica
254	Hidrología
256	Obras Hidráulicas
258	Hidráulica de Canales
262	Aguas Subterráneas
280	Ingeniería Sanitaria I
282	Ingeniería Sanitaria II
284	Saneamiento Ambiental

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.1.2.1. Mecánica de fluidos**

Este curso proporciona al estudiante una visión general sobre las propiedades de los fluidos, su comportamiento, las leyes que los gobiernan, además de los métodos y procedimientos empleados en el estudio y análisis de los mismos.

Abarca desde el estudio de la mecánica de los fluidos en reposo o estática de fluidos; el análisis de velocidades y líneas de corriente o cinemática de fluidos; y las relaciones entre velocidades, aceleraciones y fuerzas de los fluidos en movimiento o dinámica de fluidos. Este capacita al estudiante en el conocimiento básico de los fenómenos en los que intervienen los fluidos. Este curso sirve de base a cursos subsiguientes en cada una de las carreras de la ingeniería, para las cuales es obligatorio.

- **Objetivo general del curso de Mecánica de Fluidos**

Proporcionar al estudiante los conocimientos teórico-prácticos básicos de la mecánica de los fluidos, para utilizarlos en la solución de problemas relacionados con ellos y, a la vez, que el conocimiento le permita continuar con cursos de las diferentes especialidades de la ingeniería, para las cuales este curso es prerrequisito.

- **Objetivos específicos del curso de Mecánica de Fluidos**
  - Motivar el interés en el conocimiento y análisis de las propiedades de los fluidos y su comportamiento.
  - Actualizar al estudiante en los avances técnico-científicos aplicables al análisis de los fluidos.
- **Evaluación del curso de Mecánica de Fluidos**

Las actividades evaluativas del curso de Mecánica de Fluidos se describen en la tabla IV.

**Tabla IV. Evaluación del curso de Mecánica de Fluidos**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Primer examen parcial	20
Segundo examen parcial	20
Exámenes cortos: 5 como mínimo	5
Tareas.	10
Investigación, tema asignado de acuerdo a la carrera que sigue el estudiante	5
Laboratorio: se aprueba con nota mínima de 61	15
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.2. Hidráulica**

Este curso proporciona al estudiante el conocimiento básico sobre los métodos, procedimientos y leyes empleados tanto en el análisis y estudio, como en el manejo y conducción del agua y otros líquidos a través de tuberías, conductos y canales.

Abarca el análisis del flujo bajo presión en tuberías o flujo forzado; distintos tipos de sistemas de tuberías; flujo a superficie libre en canal abierto; conocimiento, aplicación y funcionamiento del equipo hidráulico. Esto capacitará al estudiante en la resolución de problemas de ingeniería en los que la hidráulica esté involucrada.

- Objetivo general del curso de Hidráulica

Proporcionar al estudiante la base teórica y práctica necesaria para la solución de problemas relacionados con la hidráulica y que le permita proseguir con otros cursos especializados, relacionados con el tema.

- Objetivos específicos del curso de Hidráulica
  - Motivar al estudiante para que se interese en el campo de la hidráulica aplicada.
  - Despertar el interés del estudiante en el conocimiento y uso de los avances técnico-científicos aplicables al manejo de líquidos y su empleo como herramienta en la solución de problemas.

- Evaluación del curso de Hidráulica

Las actividades evaluativas del curso de Hidráulica se describen en la tabla V.

Tabla V. **Evaluación del curso de Hidráulica**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Primer examen parcial	20
Segundo examen parcial	20
Exámenes cortos: 5 como mínimo	5
Tareas	10
Investigación, tema asignado de acuerdo a la carrera que sigue el estudiante	5
Laboratorio: se aprueba con nota mínima de 61	15
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.3. Hidrología**

Tiene un papel muy importante en el planeamiento del uso de los recursos hidráulicos y ha llegado a convertirse en parte fundamental de los proyectos de ingeniería que tienen que ver con suministro de agua, drenaje, protección contra la acción de ríos y recreación, entre otros.

- Objetivo general del curso de Hidrología

Dar a conocer el ciclo del agua en la tierra, su existencia y distribución, su influencia sobre el medio ambiente y aplicaciones de estudios hidrológicos en la carrera de Ingeniería Civil.

- Objetivo específico del curso de Hidrología

Proporcionar al estudiante una guía que le permita conocer los aspectos fundamentales y la metodología empleada en el análisis e interpretación de la información hidrológica, así como la utilización de la misma en el aprovechamiento del recurso agua, la gestión del recurso y su interacción con el medio ambiente.

- Evaluación del curso de Hidrología

Las actividades evaluativas del curso de Hidrología se describen en la tabla VI.

Tabla VI. **Evaluación del curso de Hidrología**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Primer examen parcial	20
Segundo examen parcial	20
Exámenes cortos, tareas e investigaciones	15
Laboratorio	20
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.4. Obras Hidráulicas**

Este curso, según indica la red de estudios vigente en el 2015, es optativo. Por esta razón no ha existido demanda estudiantil para impartirlo desde hace varios años atrás, dada esta circunstancia no se cuenta con programa del curso.

#### **2.4.1.2.5. Hidráulica de Canales**

Abarca una serie de temas relacionados con el comportamiento del flujo en canales abiertos, temas que son de gran utilidad para la formación del futuro ingeniero civil.

El contenido del curso proporciona al estudiante los métodos de análisis y estudio del flujo a superficie libre, tanto para regímenes uniformes como variados gradual y abruptamente. También lo capacita en la solución de problemas de los distintos tipos de flujo en canales.

- **Objetivo general del curso de Hidráulica de Canales**

Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos y su aplicación en la solución de problemas relacionados con el flujo de canales.

- **Objetivos específicos del curso de Hidráulica de Canales**
  - Que el estudiante conozca y aplique adecuadamente las ecuaciones que rigen el comportamiento de los caudales que circulan bajo presión atmosférica.
  - Capacitar al estudiante en el diseño de los diversos tipos de canales.
- **Evaluación del curso de Hidráulica de Canales**

Las actividades que conforman la ponderación del curso de Hidráulica de Canales se describen en la tabla VII.

Tabla VII. **Evaluación del curso de Hidráulica de Canales**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	15
Exámenes cortos y tareas	15
Investigaciones y prácticas de laboratorio	15
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.6. Aguas Subterráneas**

Trata sobre la presencia del agua en el subsuelo, forma de almacenamiento y su movimiento, así como su explotación a través de diferentes formas, su conservación y otros aspectos importantes a evaluarse en la utilización del recurso agua subterránea.

- **Objetivo general del curso de Aguas Subterráneas**

Que el estudiante adquiera conceptos importantes en relación a la presencia, aprovechamiento y conservación del recurso agua subterránea.

- **Objetivo específico del curso de Aguas Subterráneas**

Que el estudiante, en su ejercicio profesional, esté en capacidad de evaluar y supervisar proyectos que se relacionen con el aprovechamiento del agua subterránea y tener criterios para desarrollar pequeños proyectos en el área de la hidrogeología.

- Evaluación del curso de Aguas Subterráneas

Las actividades evaluativas del curso de Aguas Subterráneas se describen en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Evaluación del curso de Aguas Subterráneas**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial	25
Trabajo 1	15
Trabajo 2	15
Visita de campo, incluye la entrega de un reporte	20
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.7. Ingeniería Sanitaria 1**

Estudia los métodos para analizar, diseñar y calcular sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones urbanas y rurales.

- Objetivo general del curso de Ingeniería Sanitaria 1

Proporcionar a los estudiantes los elementos básicos, teóricos, de diseño y de cálculo de los diferentes elementos que pueden conformar un sistema de abastecimiento de agua para una población.

- Objetivo específico del curso de Ingeniería Sanitaria 1

Que el estudiante de Ingeniería Civil se familiarice con la utilización de las normas y especificaciones que rigen, en materia de abastecimiento de agua, al país.

- Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 1

Las actividades evaluativas del curso de Ingeniería Sanitaria 1 se describen en la tabla IX.

Tabla IX. **Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 1**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Exámenes cortos, investigaciones y visitas	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.8. Ingeniería Sanitaria 2**

Durante el desarrollo del curso, el estudiante podrá adquirir los conocimientos básicos relacionados con los diferentes sistemas de disposición de aguas residuales y conceptos relacionados, desde sus antecedentes, hasta su concepción y aplicación.

Tendrá las herramientas necesarias para diseñar un proyecto de drenajes en forma general por medio de procesos de cálculo, además de conocer los componentes del mismo y la forma en que este funciona. Podrá conocer las normas y reglamentos generales para este tipo de proyectos, especificaciones y leyes aplicables.

- Objetivo general del curso de Ingeniería Sanitaria 2

El programa del curso de Ingeniería Sanitaria 2 vigente hasta el segundo semestre del año 2015 no cuenta con objetivo general.

- Objetivos específicos del curso de Ingeniería Sanitaria 2

El programa vigente en el segundo semestre de 2015 no detalla objetivos específicos para el curso de Ingeniería Sanitaria 2.

- Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 2

Las actividades evaluativas del curso de Ingeniería Sanitaria 2 se describen en la tabla X.

Tabla X. **Evaluación del curso de Ingeniería Sanitaria 2**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	15
Examen parcial 2	15
Tareas y visitas	15
Conferencia	10
Proyecto 1	10
Proyecto 2	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.1.2.9. Saneamiento Ambiental**

Estudia los métodos para analizar, diseñar y calcular sistemas de disposición de excretas para poblaciones rurales y de aguas residuales en lugares en donde no se dispone de sistema de alcantarillado sanitario.

También analiza la contaminación causada por los desechos sólidos y se estudian sus diferentes etapas.

- **Objetivo general del curso de Saneamiento Ambiental**

Que el estudiante de Ingeniería Civil se familiarice con la utilización de obras civiles para la protección y conservación de la salud, a través de fundamentos sobre disposición de excretas, aguas residuales y disposición de desechos sólidos a nivel rural y en sistemas privados donde no se presenten los servicios públicos en concordancia con las normas y especificaciones nacionales e internacionales.

- **Objetivos específicos del curso de Saneamiento Ambiental**

El programa del curso de Saneamiento Ambiental vigente durante el año 2015 no presenta un apartado para objetivos específicos.

- **Evaluación del curso de Saneamiento Ambiental**

Las actividades evaluativas del curso de Ingeniería Sanitaria 2 se describen en la tabla XI.

Tabla XI. **Evaluación del curso de Saneamiento Ambiental**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Exámenes cortos, investigaciones y proyecto	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

### 2.4.1.3. Metodología utilizada en el Departamento de Hidráulica

La metodología abarca el conjunto de instrumentos utilizados por los docentes para impartir su cátedra. La herramienta seleccionada para enseñar, queda a elección del profesor. Existe un sinnúmero de técnicas para realizar el proceso enseñanza-aprendizaje, pero estas dependerán de la capacitación del profesorado, pues tiene que ver la infraestructura del centro educativo y los recursos económicos para la adquisición de materiales.

Hasta el segundo semestre de 2015, la metodología utilizada por los profesores es común en algunos cursos, por lo tanto, en la tabla XII se marca con una equis la metodología utilizada por los docentes en cada curso del Departamento de Hidráulica y con un guion si la metodología no es utilizada.

Tabla XII. **Metodología de enseñanza del Departamento de Hidráulica**

Código	Curso	Clase magistral	Trabajos de investigación	Exámenes cortos	Tareas	Lab
250	Mecánica de Fluidos	X	X	X	X	X
252	Hidráulica	X	X	X	X	X
254	Hidrología	X	X	X	X	X
256	Obras Hidráulicas	No existe programa para este curso.				
258	Hidráulica de Canales	X	X	X	X	X
262	Aguas Subterráneas	X	X	-	-	-
280	Ingeniería Sanitaria 1	X	X	X	X	-
282	Ingeniería Sanitaria 2	X	X	-	-	-
284	Saneamiento Ambiental	X	X	X	X	-

Continuación de la tabla XII.

<b>Código</b>	<b>Curso</b>	<b>Visita técnica</b>	<b>Exposición</b>	<b>Conferencias</b>	<b>Proyectos</b>	<b>Lectura dirigida</b>
250	Mecánica de Fluidos	-	-	-	-	-
252	Hidráulica	-	-	-	-	-
254	Hidrología	-	-	-	-	-
256	Obras Hidráulicas	No existe programa para este curso.				
258	Hidráulica de Canales	-	-	-	-	-
262	Aguas Subterráneas	X	X	-	-	-
280	Ingeniería Sanitaria 1	X	-	-	-	--
282	Ingeniería Sanitaria 2	X	-	X	X	X
284	Saneamiento Ambiental	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia, con información de los programas de los cursos, vigentes en 2015.

## **2.4.2. Departamento de Estructuras**

Tiene como objetivo brindarle al ingeniero civil los conocimientos necesarios para tratar eficientemente con las situaciones del entorno laboral, concernientes al diseño y cálculo de estructuras de concreto armado, acero y madera, utilizadas en la construcción de edificios, puentes, bodegas y otros.

### **2.4.2.1. Descripción del Departamento de Estructuras**

Los campos de acción del ingeniero en el Departamento de Estructuras son:

- Diseño y cálculo de estructuras de concreto armado, acero y madera.

- Muros de contención.
- Diseño, cálculo y construcción de edificios.
- Construcción de bodegas.
- Diseño, cálculo y construcción de puentes.

#### 2.4.2.2. Cursos del Departamento de Estructuras

Se enlistan nueve materias que son impartidas a cargo del Departamento de Estructuras, las cuales se describen en la tabla XIII.

Tabla XIII. Cursos del Departamento de Estructuras

Código de curso	Nombre del curso
300	Resistencia de Materiales 1 (civiles y no civiles)
302	Resistencia de Materiales 2 (civiles y no civiles)
306	Análisis Estructural 1
307	Tipología Estructural
308	Análisis Estructural 2
314	Concreto Armado 1
316	Concreto Armado 2
321	Diseño Estructural
323	Diseño de Estructuras en Mampostería
325	Diseño de Estructuras Metálicas
332	Puentes

Fuente: elaboración propia.

##### 2.4.2.2.1. Resistencia de Materiales 1

En este curso se estudiarán los temas fundamentales de la mecánica de materiales, la cual constituye una rama aplicada que estudia el comportamiento de los cuerpos sólidos sometidos a varios tipos de carga, con el fin de analizar los esfuerzos, deformaciones, deflexiones y todo efecto producido a consecuencia de las cargas aplicadas.

- Objetivo general del curso de Resistencia de Materiales 1

Que el estudiante adquiriera una amplia visión sobre la importancia de la calidad de los materiales, tomando en cuenta su comportamiento mecánico y térmico bajo la acción de cargas.

- Objetivos específicos del curso de Resistencia de Materiales 1

El programa del curso de Resistencia de Materiales 1, vigente hasta el segundo semestre de 2015, no cuenta con la sección de objetivos específicos.

- Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 1

De acuerdo con el *Normativo de evaluación y promoción del estudiante de pregrado de la Facultad de Ingeniería*, en la tabla XIV se resume la ponderación de las actividades evaluativas para el curso de Resistencia de Materiales 1.

Tabla XIV. **Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 1**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Práctica de laboratorio	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2. Resistencia de Materiales 2**

En este curso se considerará la combinación de los diferentes tipos de esfuerzos que pueden actuar simultáneamente en un elemento de una

estructura o máquina, diferentes tipos de cascarones de revolución sometidos a presiones internas, métodos para el estudio de deflexiones en vigas y para su análisis, ya sean determinados o indeterminados y, por último, lo referente a estabilidad y pandeo de columnas.

- **Objetivo general del curso de Resistencia de Materiales 2**

Proporcionar al estudiante conocimientos teóricos y prácticos para que pueda desarrollar habilidad para analizar y diseñar elementos de diferentes tipos.

- **Objetivo específico del curso de Resistencia de Materiales 2**

Capacitar adecuadamente al estudiante para que pueda llegar a ser un buen profesional, útil a su país.

- **Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 2**

Las actividades evaluativas del curso de Resistencia de Materiales 2 se describen en la tabla XV.

Tabla XV. **Evaluación del curso de Resistencia de Materiales 2**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Práctica de laboratorio	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente 2015.

### **2.4.2.2.3. Análisis Estructural 1**

El análisis estructural constituye uno de los pilares de la carrera de Ingeniería Civil, su dominio es indispensable para el diseño de las partes de una obra que la mantendrán en pie. Se incluyen en el presente curso los métodos aproximados de análisis y algunos exactos, considerando diferente tipología de las estructuras, la variedad de cargas como muertas, vivas, sismo y viento. Se hace énfasis en la adquisición de destrezas para el cálculo manual y su aplicación con software específico.

- Objetivo general del curso de Análisis Estructural 1

Proporcionar los conocimientos y procedimientos para el análisis estructural de diversos tipos de estructuras y combinación de cargas.

- Objetivo específico del curso de Análisis Estructural 1

El curso de Análisis Estructural 1 no cuenta con el apartado de objetivos específicos, según el programa vigente hasta el segundo semestre de 2015.

- Evaluación del curso de Análisis Estructural 1

Las actividades evaluativas del curso de Análisis Estructural 1 se describen en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Evaluación del curso de Análisis Estructural 1**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Práctica de laboratorio computarizado	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente 2015.

#### **2.4.2.2.4. Tipología Estructural**

Este curso enfoca los diversos tipos de estructuras, estudiándolas desde varios puntos de vista, como cualitativo, forma geométrica, materiales utilizados para su construcción, evaluando sus propiedades.

- **Objetivo general del curso de Tipología Estructural**

Proporcionar el conocimiento sobre las diversas estructuras que se pueden encontrar en la práctica de la ingeniería civil.

- **Objetivos específicos del curso de Tipología Estructural**
  - Resaltar las cualidades de los materiales empleados para las estructuras.
  - Que el estudiante aprenda los conceptos básicos de los elementos estructurales.
  - Que el estudiante identifique los diversos tipos de estructuras existentes.

- Evaluación del curso de Tipología Estructural

La tabla XVII desglosa la ponderación de actividades para el curso de Tipología Estructural.

Tabla XVII. **Evaluación del curso de Tipología Estructural**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Práctica de laboratorio computarizado	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.5. Análisis Estructural 2**

El presente curso permite que el estudiante profundice en el conocimiento y dominio de métodos exactos para el análisis estructural, incluyendo temas como pendiente-deflexión, método de rigideces o matricial, que permiten no solo determinar las fuerzas (axial, cortante, y momento flector), sino que también incluyen las deformaciones como pendiente de la curva elástica y deflexiones o flechas o desplazamiento horizontales, aplicado a una variedad de estructural y combinación de cargas.

- Objetivo general del curso de Análisis Estructural 2

Capacitar al estudiante en los métodos exactos de análisis estructural.

- **Objetivos específicos del curso de Análisis Estructural 2**
  - Comprender la relación que existe entre la carga aplicada a una estructura, las fuerzas producidas en sus elementos y las deformaciones provocadas en ellos.
  - Que el estudiante aprenda los procedimientos para realizar análisis por el método de pendiente-deflexión.
  - Que el estudiante aprenda los procedimientos para realizar análisis por el método de rigideces.
  - Inducir al estudiante en el análisis de estructural con la utilización de software específico.
  
- **Evaluación del curso de Análisis Estructural 2**

Las actividades evaluativas del curso de Análisis Estructural 2 se detallan en la tabla XVIII.

**Tabla XVIII. Evaluación del curso de Análisis Estructural 2**

Actividad	Ponderación (%)
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.6. Concreto Armado 1**

En este curso se estudiarán los principios básicos del comportamiento del concreto reforzado, los tipos de falla producidos según sea su cuantía de acero,

los métodos de diseño, diseño de vigas a flexión y corte, diseño de losas utilizando el método 3 de la ACI (losas en uno y dos sentidos).

- Objetivo general del curso Concreto Armado 1

Establecer en el estudiante una clara interpretación del comportamiento del concreto reforzado bajo la acción de cargas y que pueda resolver cualquier problema basado en las disposiciones de los diferentes códigos de diseño y las especificaciones respectivas.

- Objetivos específicos del curso Concreto Armado 1

- Que el estudiante adquiera todos los conocimientos básicos en concreto reforzado, que aprenda, con seguridad y confianza, a hacer un diseño estructural en concreto y que se interese más en conocer acerca del diseño en concreto reforzado.
- Que el estudiante sea capaz de enfrentar y resolver cualquier problema estructural relacionado con el concreto reforzado en vigas y losas a flexión y corte, comprendiendo la importancia de cada una de ellas.

- Evaluación del curso de Concreto Armado 1

Las actividades evaluativas del curso Concreto Armado 1 se describen en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Evaluación del curso Concreto Armado 1**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1.	25
Examen parcial 2.	25
Práctica de laboratorio.	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales y proyecto final.	10
Examen Final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.7. Concreto Armado 2**

Este curso es parte del p nsum de estudios de la carrera de Ingeniería Civil. Las losas, vigas, columnas y zapatas, son elementos que forman parte de las estructuras de concreto armado, como puentes, edificios, muros de contención, presas, entre otros. En este curso se hace énfasis en el análisis y diseño de los elementos de las estructuras antes mencionadas, pero principalmente en las columnas, ya que la falla estructural de alguna de estas, puede dar lugar al colapso total de la estructura de la que es parte, poniendo en peligro la integridad de los ocupantes o usuarios de la estructura.

- **Objetivo general del curso Concreto Armado 2**

Solucionar diseños satisfactorios, desde el punto de vista técnico, geométrico y económico, de los elementos estructurales de un proyecto determinado, utilizando la tecnología disponible actualmente en el medio, sin dejar por un lado el estudio de los fundamentos matemáticos y físicos involucrados en las soluciones propuestas para cada estructura en conjunto con los elementos estructurales. Además, propone utilizar los códigos de diseño con criterio racional.

- Objetivo específico del curso Concreto Armado 2

Capacitar al estudiante para diseñar una estructura de concreto como un todo, en concordancia con las cargas y esfuerzos a los que está sometida y a lo aprendido en cursos previos de diseño de estructurales.

- Evaluación del curso de concreto Armado 2

Cada actividad evaluativa realizada en el curso de Concreto Armado 2 se lista en la tabla XX.

Tabla XX. **Evaluación del curso Concreto Armado 2**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Práctica de laboratorio	15
Exámenes cortos, tareas, trabajos especiales	10
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente 2015.

#### **2.4.2.2.8. Diseño Estructural**

Integra los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil en el área de estructuras y como fin que el estudiante visualice una estructura como una unidad.

- Objetivo general del curso de Diseño Estructural

Realizar el diseño estructural de un edificio de concreto reforzado aplicando los conocimientos del área estructural de la carrera.

- **Objetivos específicos del curso de Diseño Estructural**
  - Que el estudiante aprenda a visualizar el comportamiento de una estructura como una unidad.
  - Que el estudiante aprenda a utilizar los códigos para la determinación de cargas sísmicas que afectan las estructuras y el código del ACI para el diseño de las mismas.
  - Que los estudiantes aprendan sobre los diferentes sistemas estructurales adecuados para el diseño de un edificio.
  
- **Evaluación del curso de Diseño Estructural**

Las actividades evaluativas del curso de Diseño Estructural se describen en la tabla XXI

Tabla XXI. **Evaluación del curso de Diseño Estructural**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Trabajo dirigido	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.9. Diseño de Estructuras en Mampostería**

El curso está orientado al análisis de las características generales de elementos y sistemas que conforman la mampostería como componentes estructurales. El diseño de estructuras de mampostería se realizará de acuerdo a lineamientos establecidos por instituciones como el Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) y Uniform Building Code (UBC).

- Objetivo general del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería

Integrar los conceptos de diferentes cursos recibidos durante la carrera, para que el estudiante diseñe con mampostería elementos estructurales que puedan resistir cargas laterales, verticales y la combinación de ambas, haciendo uso de conceptos como el de centro de gravedad, centro de masa, momentos de primer orden, torsión, volteo, capacidad soporte del suelo, costos, entre otros.

- Objetivos específicos del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería
  - Conocer los alcances del uso de la mampostería, tanto de sus elementos constitutivos, como de las técnicas constructivas de los mismos.
  - Evaluar la calidad de materiales, uso y su aplicación en la construcción.

- Adquirir la habilidad para evaluar el comportamiento de la mampostería a las solicitudes de cargas verticales y horizontales, en su conjunto e individualmente.
- Conocer sobre las normas de uso más frecuente para el diseño de la mampostería
- Evaluación del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería

Las actividades evaluativas del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería se detallan en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Evaluación del curso de Diseño de Estructuras en Mampostería**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Tareas, trabajos especiales, elaboración de proyecto	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.10. Diseño de Estructuras Metálicas**

El curso abarca los principios básicos y conceptos, para el diseño de estructuras en acero de acuerdo con las especificaciones del American Institute of Steel Construction. El contenido del curso abarca la teoría y fórmulas para el diseño de miembros a tensión, miembros a compresión y flexión.

- **Objetivo general del curso de Diseño de Estructuras Metálicas**

Proporcionar los conocimientos al estudiante para el diseño de estructuras de acero y su comportamiento bajo cargas, empezando por estructuras básicas.

- **Objetivos específicos del curso de Diseño de Estructuras Metálicas**

El programa vigente hasta el segundo semestre de 2015 del curso de Diseño de Estructuras Metálicas no incluye el apartado de objetivos específicos del curso.

- **Evaluación del curso de Diseño de Estructuras Metálicas**

El detalle de las actividades evaluativas con su respectiva ponderación del curso de Diseño de Estructuras Metálicas se desglosa en la tabla XXIII.

**Tabla XXIII. Evaluación del curso Diseño de Estructuras en Mampostería**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Trabajo de investigación	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

#### **2.4.2.2.11. Puentes**

Este curso es impartido a alumnos de cierre de p nsu m de la carrera de Ingeniería Civil, de una manera introductoria al ámbito actual del papel de la ingeniería en la solución de problemas de comunicación vial y área social.

El enfoque espera ubicar al estudiante dentro del marco de desarrollo de proyectos en áreas rurales, además de transmitir toda clase de experiencias y situaciones reales, sucedidas en el ámbito nacional e internacional, intercambiando opiniones con los estudiantes, quienes expresarán sus comentarios y apreciaciones generales, suscitando un ambiente de discusión que concluya en mejores apreciaciones sobre los problemas técnicos y de campo.

- Objetivo general del curso de Puentes

Que el estudiante pueda evaluar las distintas obras de drenaje mayor en proyectos viales, a fin de establecer la verdadera prioridad sobre el diseño final de la obra.

- Objetivo específico del curso de Puentes

Aprender los diferentes criterios y apreciaciones generales para el dimensionamiento de los distintos elementos estructurales de los puentes, análisis de cargas y los procesos actuales para el mantenimiento de puentes de concreto y metal.

- Evaluación del curso de Puentes

Las actividades evaluativas del curso de Puentes se desglosan en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Evaluación del curso de Puentes**

<b>Actividad</b>	<b>Ponderación (%)</b>
Examen parcial 1	25
Examen parcial 2	25
Tareas, trabajos especiales, elaboración de investigación y proyecto	25
Examen final	25

Fuente: elaboración propia, con información del programa del curso, vigente en 2015.

### **2.4.2.3. Metodología utilizada en el Departamento de Estructuras**

Los docentes del Departamento de Estructuras gozan de libertad para escoger la metodología con la que imparten su cátedra. Según los programas de los cursos utilizados hasta el segundo semestre de 2015, la metodología utilizada por los profesores es común en algunos cursos. En la tabla XXV se marca con una equis la metodología utilizada por los docentes en cada curso de este departamento y con un guion si la metodología no es utilizada.

En la tabla XXV se presentan nueve metodologías:

- Clase magistral
- Trabajo dirigido
- Exámenes cortos
- Tareas

- Laboratorio
- Visitas técnicas
- Trabajos de investigación
- Proyectos
- Trabajos especiales

La metodología común para los once cursos impartidos por el Departamento de Estructuras es clase magistral, luego la selección es diversa por curso.

Tabla XXV. **Metodología de enseñanza del Departamento de Estructuras**

Código	Curso	Clase magistral	Trabajo dirigido	Exámenes cortos	Tareas
300	Resistencia de Materiales 1 (civil y no civil)	X	-	X	X
302	Resistencia de Materiales 2 (civil y no civil)	X	-	X	X
306	Análisis Estructural 1	X	-	X	X
307	Tipología Estructural	X	-	-	X
308	Análisis Estructural 2	X	-	X	X
314	Concreto Armado 1	X	-	X	X
316	Concreto Armado 2	X	-	X	X
321	Diseño Estructural	X	X	-	-
323	Diseño de Estructuras en Mampostería	X	-	-	X
325	Diseño de Estructuras Metálicas	X	-	-	-
332	Puentes	X	-	-	X

Continuación de la tabla XXV.

Código	Curso	Laboratorio	Visita Técnica	Trabajo de inv.	Proyectos	Trabajos especiales
300	Resistencia de Materiales 1 (civil y no civil)	X	-	-	-	X
302	Resistencia de Materiales 2 (civil y no civil)	X	-	-	-	X
306	Análisis Estructural 1	X	X	-	-	X
307	Tipología Estructural	-	-	-	X	X
308	Análisis Estructural 2	X	X	-	-	X
314	Concreto Armado 1	X	X	-	-	X
316	Concreto Armado 2	X	X	-	-	X
321	Diseño Estructural	-	-	-	-	-
323	Diseño de Estructuras en Mampostería	-	X	-	X	X
325	Diseño de Estructuras Metálicas	-	-	X	-	-
332	Puentes	-	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia, con información de los programas de los cursos, vigentes en 2015.

### **3. MODELOS EDUCATIVOS UTILIZADOS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Según el Diccionario de la Real Academia Española, un modelo consiste en un esquema teórico de un sistema o una realidad, elaborado para facilitar la comprensión y estudio. Por lo tanto, un modelo educativo se fundamenta en recopilar diferentes teorías y enfoques pedagógicos, los cuales buscan orientar a los docentes en la elaboración de los programas de estudios y en la sistematización del proceso de enseñanza y aprendizaje.

A través de un modelo educativo se esquematizan las partes que conformarán un programa de estudios. La selección de estos modelos varía de acuerdo al periodo histórico, ya que su vigencia y utilidad dependen del contexto social en el cual se esté dando el proceso educativo.

#### **3.1. Modelo educativo tradicional**

La característica principal del modelo educativo tradicional es que se centra en la elaboración de un programa o programas de estudios. Debido a que en este modelo el proceso de enseñanza es programado, se obstaculiza en el estudiante el desarrollo del pensamiento, la creatividad y la formulación de preguntas. En cuanto a la metodología de enseñanza utilizada por el docente, esencialmente consiste en la exposición reiterada y severa en forma oral y visual.

El esquema que sigue este modelo es realmente muy sencillo, pues hay cuatro elementos fáciles de identificar que lo integran: el profesor, el método, el estudiante y la información.

Este modelo educativo está centrado en el educador, quien presenta los contenidos como temas y no existen acotaciones de la extensión y profundidad con la que deben enseñarse. Esta situación provoca que algunos profesores desarrollen más unos temas que otros, esto crea distintos niveles de aprendizaje en grupos de un mismo grado académico.

### **3.1.1. Ventajas del modelo educativo tradicional**

A continuación se detallan las ventajas que presenta el modelo educativo tradicional:

- Es una forma económica de educar a la población, ya que a través de un solo profesor se puede transmitir el conocimiento a varios estudiantes a la vez.
- El trato directo con el alumnado permite la empatía.
- El docente es un director que guía de manera ordenada, preestablecida, con métodos directivos y autoritarios, a fin de lograr de una manera estandarizada de conocimientos en todos sus estudiantes.

### **3.1.2. Desventajas del modelo educativo tradicional**

Las desventajas que el modelo educativo tradicional presenta, son las siguientes:

- Fomenta el aprendizaje pasivo, es decir, el estudiante tiene poco margen para pensar y elaborar conocimientos.
- Limita el uso de los sentidos y los canales de percepción humana, ya que el canal auditivo es el más utilizado en una clase tradicional.
- Si los grupos que asisten a clase son numerosos, una técnica didáctica mal aplicada puede generar aburrimiento o distracciones en el estudiante.
- El estudiante no construye su propio conocimiento.
- El estudiante es solamente receptor de conocimientos, con lo cual se convierte en un sujeto pasivo con poca iniciativa y escaso interés personal.
- Dado que el maestro tiene un rol protagónico, si este no cuenta con la preparación y dominio de grupo adecuados, el proceso educativo presentará deficiencias severas.
- Está diseñado por cursos fragmentando el aprendizaje.
- Únicamente considera la evaluación cuantitativa.
- Pone énfasis en la enseñanza, es decir únicamente importa cubrir la totalidad del contenido del curso desglosado en el programa, sin importar si el estudiante está asimilando los contenidos.

### **3.2. Modelo didáctico tecnológico**

En este modelo se combina la preocupación de transmitir el conocimiento acumulado con el uso de metodologías activas.

### **3.3. Modelo didáctico espontaneista-activista**

En este modelo se busca como finalidad educar al estudiante en la realidad que le rodea, desde el convencimiento de que el contenido

verdaderamente importante para ser aprendido por ese estudiante ha de ser expresión de sus intereses y experiencias y se halla en el entorno en que vive.

Se considera más importante que el estudiante aprenda a observar, a buscar información, a descubrir, que el propio aprendizaje de los contenidos supuestamente presentes en la realidad; ello se acompaña del fomento de determinadas actitudes, como curiosidad por el entorno, cooperación en el trabajo común, entre otros.

A través de un modelo educativo se esquematizan las partes que conformarán un programa de estudios. La selección de estos modelos varía de acuerdo al periodo histórico, ya que su vigencia y utilidad dependen del contexto social en el cual se esté dando el proceso educativo.

#### **3.4. Modelos didácticos alternativos o integradores**

En este modelo se pueden incluir otros modelos didácticos empleados en la práctica docente, como el denominado modelo didáctico de investigación en la escuela. En este modelo, la metodología didáctica se concibe como un proceso de investigación escolar, es decir, no espontáneo, desarrollado por parte del estudiante con la ayuda del profesor, lo que se considera como el mecanismo más adecuado para favorecer la construcción del conocimiento escolar propuesto. Así, a partir del planteamiento de problemas (de conocimiento escolar), se desarrolla una secuencia de actividades dirigida al tratamiento de los mismos, lo que, a su vez, propicia la construcción del conocimiento manejado en relación con dichos problemas.

Tabla XXVI. **Principales características de los modelos educativos en la educación superior**

Dimensiones analizadas	Modelo didáctico tradicional	Modelo didáctico tecnológico	Modelo didáctico espontaneísta	Modelo didáctico alternativo
¿Para qué enseñar?	Proporcionar las informaciones fundamentales de la cultura vigente. Obsesión por los contenidos.	Proporcionar una formación moderna y eficaz. Obsesión por los objetivos. Se sigue una programación detallada.	Educar al estudiante imbuyéndolo de la realidad inmediata. Importancia del factor ideológico.	Enriquecimiento progresivo del conocimiento del estudiante hacia modelos más complejos de entender el mundo y de actuar en él. Importancia de la opción educativa que se tome.
¿Qué enseñar?	Síntesis del saber disciplinar. Predominio de las informaciones de carácter conceptual.	Saberes disciplinares actualizados, con incorporación de algunos conocimientos no disciplinares. Contenidos preparados por expertos para ser utilizados por los profesores. Importancia de lo conceptual, pero otorgando también cierta relevancia a las destrezas.	Contenidos presentes en la realidad inmediata. Importancia de las destrezas y las actitudes.	Conocimiento escolar, que integra diversos referentes (disciplinares, cotidianos, problemática social y ambiental, conocimiento metadisciplinar). La aproximación al conocimiento escolar deseable se realiza a través de una "hipótesis general de progresión en la construcción del conocimiento".
Dimensiones analizadas	Modelo didáctico tradicional	Modelo didáctico tecnológico	Modelo didáctico espontaneísta	Modelo didáctico alternativo
Ideas e intereses de los estudiantes.	No se tienen en cuenta ni los intereses ni las ideas de los estudiantes.	No se tienen en cuenta los intereses de los estudiantes. A veces se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes, considerándolas como errores que hay que sustituir por los conocimientos adecuados.	Se tienen en cuenta los intereses inmediatos de los estudiantes. No se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes.	Se tienen en cuenta los intereses y las ideas de los estudiantes, tanto en relación con el conocimiento propuesto como en relación con la construcción de ese conocimiento.

Continuación de la tabla XXVI.

¿Cómo enseñar?	Metodología basada en la transmisión del profesor. Actividades centradas en la exposición del profesor, con apoyo en el libro de texto y ejercicios de repaso. El papel del estudiante consiste en escuchar atentamente, estudiar y reproducir en los exámenes los contenidos transmitidos.	Metodología vinculada a los métodos de las disciplinas. Actividades que combinan la exposición y las prácticas, frecuentemente en forma de secuencia de descubrimiento dirigido (y en ocasiones de descubrimiento espontáneo). El papel del estudiante consiste en la realización sistemática de las actividades programadas.	Metodología basada en el descubrimiento espontáneo por parte del estudiante. Realización por parte del estudiante de múltiples actividades (frecuentemente en grupos) de carácter abierto y flexible. El papel del profesor no directivo; coordina la dinámica general de la clase como líder social y afectivo.	Metodología basada en la idea de investigación (escolar) del estudiante. Trabajo en torno a problemas, con secuencia de actividades relativas al tratamiento de esos problemas. Papel activo del estudiante como constructor (y reconstructor) de su conocimiento.
Dimensiones analizadas	Modelo didáctico tradicional	Modelo didáctico tecnológico	Modelo didáctico espontaneísta	Modelo didáctico alternativo
Evaluación	Centrada en recordar los contenidos transmitidos. Atiende, sobre todo, al producto. Realizada mediante exámenes.	Centrada en la medición detallada de los aprendizajes. Atiende al producto, pero se intenta medir algunos procesos, por ejemplo test inicial y final. Realizada mediante test y ejercicios específicos.	Centrada en las destrezas y, en parte, en las actitudes. Atiende al proceso, aunque no de forma sistemática. Realizada mediante la observación directa y el análisis de trabajos de los estudiantes (sobre todo de grupos).	Centrada, a la vez, en el seguimiento de la evolución del conocimiento de los estudiantes, de la actuación del profesor/a y del desarrollo del proyecto. Realizada mediante diversidad de instrumentos de seguimiento (producciones de los estudiantes, diario del profesor, observaciones diversas).

Fuente: *Modelos didácticos y estrategias de enseñanza en el espacio europeo de educación superior*. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4619/30616\\_2010\\_15\\_04.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/4619/30616_2010_15_04.pdf?sequence=1). Consulta: 15 de marzo de 2015.

### **3.5. Educación basada en competencias**

“Las competencias son un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico, pues no pretenden ser una representación ideal de todo el proceso educativo, determinando cómo debe ser el proceso instructivo, el proceso desarrollador, la concepción curricular, la concepción didáctica y el tipo de estrategias didácticas a implementar”<sup>15</sup>.

Según el autor Holland, la educación basada en competencias se centra en las necesidades, estilos de aprendizaje y potencialidades individuales para que el alumno llegue a manejar con maestría las destrezas señaladas por la industria. Formula actividades cognoscitivas dentro de ciertos marcos que respondan a determinados indicadores establecidos y asienta que deben quedar abiertas al futuro y a lo inesperado.

#### **3.5.1. Conceptos de la educación basada en competencias**

Para comprender mejor el enfoque educativo basado en competencias, es necesario profundizar en la definición de términos propios del mismo.

##### **3.5.1.1. Competencia**

El Proyecto Tuning de América Latina define competencia como: “conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas, tanto específicas como generales que debe reunir un titulado para satisfacer plenamente las exigencias de los contextos sociales”<sup>16</sup>. Es importante destacar que la competencia no reside en los recursos con los que se cuenta, como: capacidades, conocimientos,

---

15 TOBÓN, Sergio. *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. p. 32.

16 BENEITONE, Pablo. *Tuning, América Latina*. p. 320.

habilidades, valores; sino en la aplicación conjunta de los mismos. El objetivo principal de los programas educativos, debería ser el desarrollo de competencias, pues éstas pueden desarrollarse en el individuo de forma gradual.

Para demostrar que se es competente no es suficiente con verificar un examen, sino es la experiencia de enfrentar una situación, donde deben ser aplicados los conocimientos, habilidades, actitudes y valores en un contexto determinado.

Las competencias pueden estar divididas en competencias relacionadas con la formación profesional en general, competencias genéricas y con áreas de conocimiento, competencias específicas.

El proyecto Tuning Educational Structure in Europe define el término competencia como la combinación dinámica de atributos con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, habilidades, aptitudes y responsabilidades, que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos como producto final de un proceso educativo.

Tobón define la competencia como un enfoque, porque solo se focaliza en los aspectos específicos de la docencia, del aprendizaje y de la evaluación, como:

- La integración de los conocimientos, los procesos cognoscitivos, las destrezas, las habilidades, los valores y las actitudes en el desempeño ante actividades y problemas

- La construcción de los programas de formación acorde con los requerimientos disciplinares, investigativos, profesionales, sociales, ambientales y laborales del contexto.
- La orientación de la educación por medio de estándares e indicadores de calidad en todos sus procesos.

Las competencias se dividen en genéricas y específicas.

### **3.5.1.2. Competencia genérica**

Conocidas también como competencias básicas, varios autores opinan que estas competencias son comunes y necesarias para todos los profesionales y consiguientemente deben ser cultivadas y desarrolladas como un objetivo principal en todas las carreras universitarias. Sin embargo, otros educadores, como Laura Fraude, suponen que la formación de esas competencias genéricas debe empezar a cultivarse desde la educación preescolar, es decir que el estudiante de primer año de la universidad debe haber desarrollado antes las competencias básicas sin las cuales poco podrá lograr en sus estudios universitarios. Hay ciertas competencias y atributos fundamentales como la comprensión de lectura, expresión oral y escrita, capacidad de análisis, entre otras.

Según Acheairango, seleccionar las competencias que son más convenientes de aplicar en el sistema educativo, contribuye a tener en cuenta ciertos criterios que coinciden con las características de las mismas. Se señalan algunas de ellas a continuación:

- Son multifuncionales para resolver múltiples problemas en variados contextos y para alcanzar diferentes metas de importancia, es decir, las

competencias se aplican a gran campo de demandas personales escolares, cívicas, profesionales, entre otras.

- Son transversales, es decir, atraviesan amplios sectores de la vida humana.
- Favorecen el desarrollo de los niveles de pensamiento intelectual y a impulsar el crecimiento y madurez de las actitudes y valores más elevados.
- Son consistentes con los principios de los derechos humanos y los valores democráticos, consiguientemente promueven el respeto y aprecio por la madre tierra y por la diversidad social: género, cultura, razas, lenguas y otros aspectos.
- Favorecen la autonomía personal, social, laboral y profesional de los seres humanos.

Las competencias genéricas se clasifican en tres grupos.

- Competencias instrumentales

“Son aquellas que tiene una función instrumental, entre ellas se incluyen habilidades cognoscitivas, capacidades metodológicas para manejar el ambiente, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas”<sup>17</sup>.

- Competencias interpersonales

“Son aquellas capacidades individuales relativas a la capacidad de expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica. Estas son competencias que tienden a facilitar los procesos de interacción social y cooperación”<sup>18</sup>. A estas competencias el autor Argudín, también las define

---

17 BENEITONE, Pablo. *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. p. 171.

18 *Ibíd.* p. 332.

como aquellas que permiten mantener relaciones humanas y laborales con fluidez.

- Competencias sistémicas

Como las define el Proyecto Tuning: “son las destrezas y las habilidades que conciernen a los sistemas como totalidad. Suponen una combinación de la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento que permiten a la persona ver cómo las partes de un todo se relacionan y se agrupan. Estas capacidades incluyen la habilidad de planificar los cambios de manera que se puedan hacer mejoras en los sistemas y diseñar nuevos sistemas. Las competencias sistémicas o integradoras requieren como base la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales”<sup>19</sup>.

### **3.5.1.3. Competencia específica**

Son propias de una determinada disciplina, profesión u ocupación, se caracterizan por usar un lenguaje técnico y equipo que aplican para resolución de problemas profesionales. En el ámbito de la ingeniería civil, un ejemplo puede ser el control y calidad de los materiales a utilizar en una construcción, el manejo del equipo necesario para realizar un levantamiento topográfico y muchas más.

---

19 BENEITONE, Pablo. *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. p. 37.

### 3.5.2. Ventajas del currículo educativo basado en competencias

El currículo educativo basado en competencias, presenta las siguientes ventajas:

- Se concentra en conectar la formación y el aprendizaje del estudiante con el mundo laboral para responder a las demandas de la sociedad en permanente transformación, así como en responder a las necesidades del sector productivo.
- “Los programas educativos basados en competencias, en su mayoría, permiten a los alumnos utilizar conocimiento previo adquirido fuera de un salón de clases, con el fin de acelerar su proceso educativo”<sup>20</sup>. Esto permite a los estudiantes seleccionar las áreas en las cuales necesitan mejorar sin necesidad de seguir un programa riguroso.
- El modelo de educación basada en competencias se enfoca en el aprendizaje y no en el tiempo invertido para completar créditos, por lo que los estudiantes no tienen que seguir programas académicos rígidos en contenido, ni tampoco en periodos predefinidos como semestres, trimestres y otros.
- “El modelo de educación básica de competencias permite mejorar la capacidad de los estudiantes para reconocer, gestionar y construir continuamente sus propias competencias”<sup>21</sup>.

---

20 *Beneficios de la EBC.* <http://tecdigital.net/cie/EBCCompetencias/files/assets/basic-html/page8.html>. Consulta: 21 de junio de 2015.

21 *Ibíd.*

- “El modelo por competencias permite comunicar eficazmente lo que los estudiantes saben y pueden hacer”<sup>22</sup>. Esto proporciona a los empleadores una mayor comprensión de los resultados de aprendizaje de los estudiantes.
- La educación por competencias “busca preparar a los estudiantes de manera integral desarrollando competencias que serán útiles en un contexto general”<sup>23</sup>, como el acceso al empleo y el ejercicio de una ciudadanía responsable a través de competencias como pensamiento lógico, autoaprendizaje, manejo de comunicación verbal y el lenguaje, la creatividad, empatía así como también una conducta ética.
- La educación por competencias impulsa el continuo desarrollo pedagógico y profesional de la planta docente.
- Según Cator, Schneider y Vander Ark, la adopción de este modelo en una institución crearía una nueva generación de profesores preparados para destacar en ambientes de aprendizaje donde los estudiantes se involucran en el desarrollo de competencias de aprendizaje más profundas.

### **3.5.3. Desventajas del currículo educativo basado en competencias**

Las desventajas del modelo educativo basado en competencias se presentan a continuación:

---

22 *Beneficios de la EBC*. <http://tecdigital.net/cie/EBCCompetencias/files/assets/basic-html/page8.html>. Consulta: 21 de junio de 2015.

23 BENEITONE, Pablo. *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. p. 14.

- Al momento de realizar la evaluación por competencias se ve una desventaja, ya que los docentes que imparten el curso no ven viable evaluar por competencias, debido a que burocratizan las rubricas de educación y mantienen una falta de relación entre lo cuantitativo y lo cualitativo, sumándole la facilidad y acomodamiento a seguir utilizando pruebas tradicionales.
- Es una educación costosa, ya que se trabaja con grupos reducidos de estudiantes, lo cual requiere un recurso monetario elevado para la contratación de más docentes para impartir el curso.
- Se necesita una capacitación para los docentes que les permita comprender el funcionamiento o la finalidad de la enseñanza basada en competencias.
- Debido a que el proceso se centra en el aprendizaje del estudiante y que este asimile los contenidos del curso, la carga horaria se ve reducida para abordar los contenidos del mismo.

#### **3.5.4. Proyecto Tuning de América Latina**

Surgió en un contexto de la reflexión sobre la educación superior, tanto a nivel regional como internacional, hasta el 2004 el Proyecto Tuning únicamente había sido realizado en Europa. El Proyecto Tuning en América se vuelve una metodología internacional reconocida, una herramienta construida por las universidades para las universidades.

Es un trabajo que busca y construye lenguajes y mecanismos para la comprensión de los sistemas de enseñanza superior que faciliten los procesos

de reconocimiento de carácter transnacional y transregional. La idea de llevar la propuesta como la de Tuning en América Latina surgió en Europa, planteada por latinoamericanos durante la IV Reunión de Seguimiento del Espacio Común de Enseñanza Superior de la Unión Europea, América Latina y el Caribe en la ciudad de Córdoba, en octubre de 2002.

A partir de ese momento se empezó a preparar la propuesta presentada por un grupo de universidades europeas y latinoamericanas. Las universidades latinoamericanas que presentaron esta propuesta fueron ocho: Universidad Nacional de La Plata (Argentina), Universidad Estadual de Campiñas (Brasil), Universidad de Chile (Chile), Pontificia Universidad Javeriana (Colombia), Universidad de Costa Rica (Costa Rica), Universidad Rafael Landívar (Guatemala), Universidad de Guanajuato (México) y Universidad Católica Andrés Bello (Venezuela).

Cuando fue comunicada la aceptación de la propuesta por parte de la comisión Europea en agosto de 2004, 18 países latinoamericanos fueron visitados por los coordinadores generales para explicar, dialogar y reajustar la propuesta con los ministerios de educación, conferencias de rectores e instancias de los distintos países. Estas sugerencias fueron recibidas y tenidas en cuenta e incorporadas al proyecto el cual se inició de manera oficial en octubre de 2004.

El Proyecto Tuning de América Latina busca iniciar un debate cuya meta sea identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre las instituciones de educación superior para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencia. Su propósito central es contribuir al desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles con base en los objetivos que la titulación marque desde los perfiles de egreso, ofreciendo elementos que

posibiliten ampliar la articulación entre los sistemas de educación superior de los países de América Latina.

#### **3.5.4.1. Líneas de trabajo del Proyecto Tuning de América Latina**

Según la metodología de Tuning, Tuning de América Latina se basa en cuatro líneas de trabajo, las cuales son:

- Competencias (genéricas y específicas de las áreas temáticas)

Se analizan, además de las competencias genéricas, las competencias que se relacionan con las áreas temáticas, las cuales están vinculadas con una disciplina, las competencias específicas varían de disciplina a disciplina.

- Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias

Se propone preparar una serie de materiales que permitan visualizar cuáles serán los modelos de enseñanza, aprendizaje y evaluación más eficaces para el logro de los resultados del aprendizaje y las competencias identificadas. Esto implica desarrollar una combinación de enfoques de enseñanza-aprendizaje para estimular las competencias que se diseñen en el perfil de estudio.

- Créditos académicos

Se reflexiona sobre el impacto y la relación de este sistema de competencias con el trabajo del estudiante y su conexión con el tiempo resultante medido en créditos académicos.

- Calidad de los programas

Se destaca que la calidad es parte integrante del diseño del currículo basado en competencias, lo que resulta fundamental para enlazar los créditos académicos, las competencias y los enfoques de enseñanza entre sí.

#### **3.5.4.2. Formación del ingeniero civil según el Proyecto Tuning de América Latina**

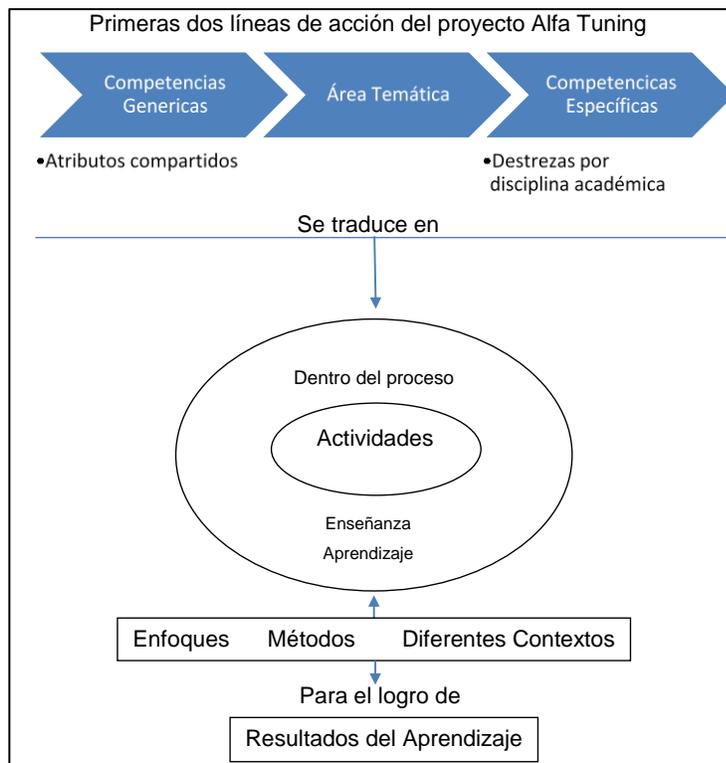
Según Tuning, la formación del ingeniero civil incluye los siguientes aspectos:

- Formación en ciencias básicas: donde se incorporan conocimientos de matemática, física y química, entre otros.
- Formación profesional básica, cubriendo temas como: mecánica, mecánica de fluidos, resistencia y ciencias de los materiales, termodinámica, mecánica de suelos, geomática, geología, dibujo y comunicación gráfica, computación, ciencia ambiental, entre otros.
- Formación profesional, etapa en la que se adquieren los conocimientos y se desarrollan las destrezas para el análisis y diseño de estructuras (de hormigón, de madera, metálicas y de mampostería); la concepción y

diseño de proyectos de aprovechamiento de recursos hidráulicos, sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento; el diseño y proyección de vías (calles, caminos y carreteras); la gestión de equipos de construcción; la dirección y control de proyectos y obras.

- Formación socio-humanística y complementaria: considera la formación integral del egresado, que incluye ética y valores, así como aspectos de gestión y administración de recursos humanos, materiales y financieros, ingeniería económica, emprendimiento, entre otros.

Figura 11. **Educación basada en competencias y el Proyecto Tuning en Europa y Latinoamérica**



Fuente: GUERRERO, Alba. *Educación superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en ingeniería civil*. p. 14.

El proyecto Alfa Tuning América Latina busca afinar las estructuras educativas de América Latina, iniciando un debate cuya meta es identificar e intercambiar información y mejorar la colaboración entre las instituciones de educación superior para el desarrollo de la calidad, efectividad y transparencia. Es un proyecto independiente, impulsado y coordinado por universidades de distintos países, tanto latinoamericanos como europeos.

#### **3.5.4.3. Resultados del Proyecto Tuning en América Latina**

En América Latina, el ingeniero civil se define como un profesional con un amplio manejo de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería que le permite desarrollar soluciones de ingeniería a problemas de infraestructura, ya sea vial, habitacional, hidráulica o sanitaria. El ingeniero civil debe estar en la capacidad de diseñar, proyectar, planificar, gestionar y administrar los proyectos de implementación de dichas soluciones.

El grupo de trabajo de ingeniería civil dentro del Proyecto Tuning de América Latina, estuvo integrado por 21 universidades e institutos de 18 países, entre estos Guatemala. Durante el proceso de encuestas se consultaron académicos y estudiantes de 86 facultades, además de empleadores y graduados. En cada uno de los países los trabajos se iniciaron a partir del 22 de febrero de 2006, en la reunión general realizada en San José de Costa Rica.

Durante el proceso de discusión y análisis de las competencias genéricas y específicas, así como de los resultados del proceso de validación, el grupo de trabajo llegó a algunos puntos de consenso que se presentan a continuación:

- El proceso de consulta de las competencias específicas valida ampliamente la importancia de las 19 competencias identificadas.
- El haber consensado estas competencias específicas constituye un acercamiento hacia una formación comparable entre los distintos países de la región, que podría facilitar la movilidad de los estudiantes. No obstante, la movilidad de los profesionales dependerá al final de las condiciones legales para el ejercicio profesional y los requisitos migratorios de cada país.
- Aún cuando los programas estén conformados con base en competencias comunes, es necesario establecer mecanismos de aseguramiento de la calidad, tanto a nivel del país como de la región que certifiquen el logro de todas las competencias requeridas.
- La valoración diferencial del nivel de realización debe servir como una señal para trabajar más profundamente en el desarrollo de estas competencias en los programas curriculares.
- Los resultados de la consulta pueden ser analizados por cada institución como un instrumento para identificar puntos débiles a ser atendidos, a través de la estructura e implementación curricular.
- La formación del ingeniero civil debe buscar la integración de las competencias genéricas y específicas con un foco común en la práctica profesional. Así, el egresado debe estar preparado para demostrar sus competencias en cualquiera de los países de América Latina.

- La formación por competencias plantea el reto de la integración interdisciplinaria.
- El proceso apoyado por Tuning tiene un gran valor, en cuanto permite el conocimiento de las diferentes prácticas en el desarrollo de las titulaciones en cada país, estableciendo las bases para llegar a puntos de encuentro que faciliten la movilidad de las titulaciones otorgadas.

#### **3.5.4.4. Metaperfil del ingeniero civil**

En la segunda fase del Proyecto Tuning América Latina, titulada *Innovación educativa y social*, asistieron 16 profesionales que representaron a igual número de universidades e institutos de educación superior de los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Venezuela y Rumanía.

A raíz de las discusiones de esa fase, se lograron acuerdos generales sobre la elaboración de los metaperfiles académicos profesionales, los cuales están basados en competencias, además se realizó una revisión de los mismos.

En la primera etapa del proyecto Tuning denominada componentes o factores, se decidió agrupar las competencias afines en cuatro dimensiones: social, tecnológica e internacional, interpersonal, las cuales se muestran a continuación:

- Dimensión cognitiva

Comprende las competencias que se relacionan principalmente con el sistema intelectual del ser humano.

- Dimensión social

Puede incluir las competencias socioafectivas que se relacionan con la convivencia con otras personas, el trabajo en grupo la colaboración entre otras.

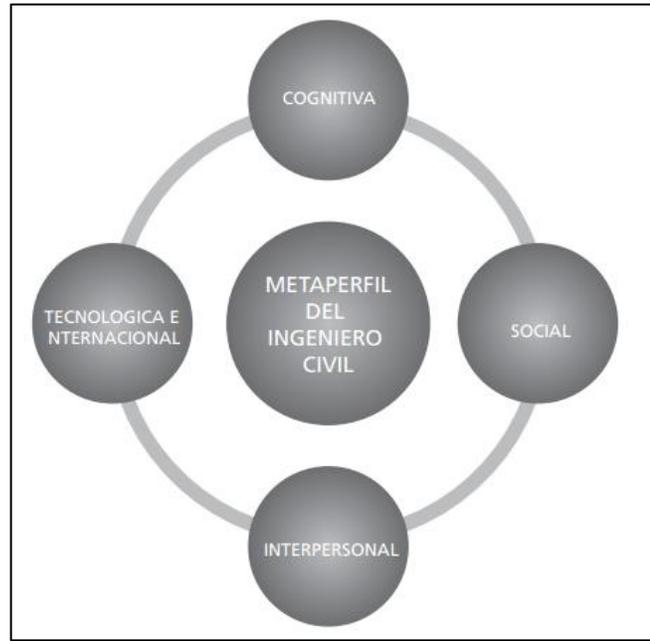
- Dimensión tecnológica e internacional

Comprende aquellas competencias que se relacionan con la búsqueda y manejo de la información a través de las tecnologías de la información y comunicación, y con la generación y aplicación del conocimiento.

- Dimensión Interpersonal

Comprende las competencias individuales relativas a la capacidad de expresar los propios sentimientos, habilidades críticas y de autocrítica.

Figura 12. Dimensiones del metaperfil del ingeniero civil



Fuente: GUERRERO, Alba. *Educación superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en ingeniería civil*. p.22.

Tabla XXVII. **Metaperfil propuesto para el ingeniero civil en América Latina, mayo 2011, Colombia**

Dimensión	Competencia
<b>Cognitiva</b>	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Abstracción espacial y representación gráfica. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. Concebir, analizar, proyectar y diseñar obras de ingeniería civil. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión. Construir, supervisar, inspeccionar y evaluar obras de ingeniería civil. Operar, mantener y rehabilitar obras de ingeniería civil. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Prevenir y evaluar los riesgos en las obras de ingeniería civil. Identificar, evaluar e implementar las tecnologías más apropiadas para su contexto. Manejo y gestión de desastres en obras de ingeniería civil.

Continuación de la tabla XXVII.

<b>Social</b>	Compromiso ético. Considerar el impacto ambiental y social de las obras civiles. Proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible. Compromiso con la calidad. Emplear técnicas de control de calidad en los materiales y servicios de ingeniería civil.
<b>Tecnológico e internacional</b>	Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería civil. Capacidad para formular y gestionar proyectos. Planificar y programar obras y servicios de ingeniería civil. Manejar e interpretar información de campo. Capacidad de comunicación en un segundo idioma. Habilidad para trabajar en contextos internacionales
<b>Interpersonal</b>	Capacidad para tomar decisiones. Dirigir y liderar recursos humanos. Administrar los recursos materiales y equipos. Comprender y asociar los conceptos legales, económicos y financieros para la toma de decisiones, gestión de proyectos y obras de ingeniería civil. Capacidad de trabajo en equipo. Interactuar con grupos multidisciplinarios y dar soluciones integrales de ingeniería civil. Capacidad de comunicación oral y escrita. Capacidad de innovar y emprender

Fuente: GUERRERO, Alba. *Educación superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en ingeniería civil*. p.23.

En Chile se reflexionó sobre el metaperfil a la luz de los resultados obtenidos en las encuestas y en las discusiones, llegando a acuerdos que generan la propuesta final del metaperfil para el área de ingeniería civil que se encuentra consolidada en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Metaperfil del área de ingeniería civil**

<b>Dimensión</b>	<b>Competencia</b>
<b>Cognitiva</b>	Abstracción, análisis y síntesis. Representa gráficamente. Aplica los conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería. Concibe, analiza, proyecta y diseña obras de ingeniería civil. Construye, supervisa, inspecciona y evalúa obras de ingeniería civil. Opera, mantiene y rehabilita obras de ingeniería civil. Identifica, plantea y resuelve problemas. Evalúa y previene los riesgos asociados al diseño y construcción de obras civiles. Identifica, evalúa e implementa las tecnologías más apropiadas para su contexto. Maneja y gestiona los impactos de los desastres en obras de ingeniería civil.

Continuación de la tabla XXVIII.

<b>Social</b>	Actúa éticamente. Propone soluciones que contribuyen al desarrollo sostenible. Está comprometido con la calidad. Emplea técnicas de control de calidad en los materiales y servicios de ingeniería civil.
<b>Tecnológico e internacional</b>	Tiene habilidad para el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Utiliza tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería civil. Formula y gestiona proyectos. Planifica y programa obras y servicios de ingeniería. Maneja e interpreta información de campo. Se comunica en un segundo idioma. Tiene habilidad para trabajar en contextos internacionales.
<b>Interpersonal</b>	Toma decisiones. Dirige y lidera personas. Administra adecuadamente los materiales y equipos. Comprende y asocia los conceptos legales, económicos y financieros para las obras de ingeniería civil. Trabaja en equipo. Interactúa con grupos inter y multidisciplinarios y da soluciones integrales de ingeniería civil. Se comunica de forma oral y escrita. Innova y emprende.

Fuente: GUERRERO, Alba. *Educación superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en ingeniería civil*. p. 43.

Entre las conclusiones preliminares que se obtuvieron por parte del equipo de ingeniería civil 2013 están:

- El desafío de la armonización de los planes de estudios en el área de la ingeniería civil, en el marco del proyecto Tuning América Latina, ha logrado el acuerdo de los países participantes en la definición de un metaperfil común para la especialidad, basado en un conjunto de competencias específicas y genéricas.
- Para su mejor comprensión, el metaperfil se ha dividido en cuatro dimensiones: cognitiva, social, tecnológica e internacional y dimensión interpersonal.

- A pesar de que no todas las universidades participantes tienen declarado a nivel institucional un proceso de enseñanza-aprendizaje por competencias, se pudo observar, a través de la contrastación, que la tendencia es ir cambiando de manera sistemática y como consecuencia de los procesos de autoevaluación y acreditación, a un enfoque por competencias.

### **3.6. Comparación del modelo educativo tradicional versus el enfoque basado en competencias**

Se ha hecho mención por separado de las diversas ventajas y desventajas del modelo educativo tradicional y del enfoque basado en competencias, por lo que en este apartado se contrastarán con respecto a dos factores relevantes: el rol del profesor y el rol del estudiante.

#### **3.6.1. Rol del profesor**

En el modelo educativo tradicional el profesor asume el rol de experto o autoridad formal, mientras que en el enfoque por competencias, los profesores tienen rol de facilitadores, tutores, guías o mentores. Este es un punto a favor del enfoque por competencias, ya que esto crea un ambiente más relajado en el cual los estudiantes también pueden ser proveedores de diversidad de conocimientos, los profesores dejan de transmitir información a los estudiantes con lo que estos toman responsabilidad de aprender y crear alianzas con el profesor.

Otro punto a destacar, es que en el modelo educativo tradicional los profesores organizar el contenido en exposiciones de acuerdo a sus disciplinas, situación que en el enfoque por competencias deja de darse, pues en este el

profesor incrementa la motivación de los estudiantes con solo presentarle situaciones reales que necesitan solucionarse.

### **3.6.2. Rol del estudiante**

En cuanto al papel que desempeñan los estudiantes, la diferencia es bastante drástica entre el modelo educativo tradicional y el enfoque por competencias, dado que en la educación tradicional los estudiantes son vistos como recipientes vacíos o receptores de información, mientras que el enfoque por competencias muestra a los estudiantes como sujetos que pueden aprender por su propia cuenta. El factor mencionado anteriormente, definitivamente resalta una ventaja más para el enfoque por competencias, ya que contribuye a que los estudiantes formulen sus propios conceptos y criterios, en lugar de memorizar un solo concepto dado por el docente.

Además, en la educación tradicional los estudiantes absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para actividades específicas como pruebas o exámenes; por el contrario, el enfoque por competencias fomenta la participación activa del estudiante en la resolución de problemas, identificación de necesidades de aprendizaje, investigación, aprendizaje, aplicación y resolución de problemas.



#### **4. PROPUESTA DE READECUACIÓN CURRICULAR PARA LOS DEPARTAMENTOS DE HIDRÁULICA, ESTRUCTURAS Y CURSOS COMPLEMENTARIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

Luego de evaluar los diferentes enfoques educacionales utilizados en la educación superior, la FIUSAC, mediante resolución de Junta Directiva en el punto primero inciso 1.10 del acta núm. 44-2010 de sesión celebrada el 6 de diciembre de 2010, se acordó aprobar el proceso de reforma curricular que inició a partir de 2011. Además, en el acuerdo de Junta Directiva de fecha 3 de noviembre de 2011 contenida en el punto octavo, inciso 8.12 del acta 31-2011, se aprobó el diseño curricular por competencias.

También, en el acuerdo del Consejo Superior Universitario contenido en el punto sexto, inciso 6.2, acta núm. 22.12 de fecha 14 de noviembre de 2012, se indica: "... 3. Desarrolle un proceso para que la USAC transforme sus planes de estudio de un enfoque por objetivos académicos hacia una formación por competencias. Lo anterior debe incluir: amplia socialización y discusión, planificar y organizar el proceso de transición, capacitación y formación docente en aprendizaje significativo y en programación, metodología y evaluación por competencias. Así como para sistematizar en la USAC el aprendizaje en torno al estudiante, propiciando el rol del docente como facilitador del aprendizaje".

Luego de evaluar de forma exhaustiva la metodología por la cual debía realizarse la readecuación curricular para cada escuela de la Facultad de Ingeniería, se generó un compendio de 23 formatos para organizar la información de cada curso, el nombre de dichos formatos inicia con las siglas

ACU y la numeración de la tabla, las siglas ACU significan adecuación curricular. Por la extensión de dichos formatos, solo se mostrará la secuencia de un curso por departamento, el curso seleccionado del Departamento de Hidráulica es Mecánica de Fluidos y del Departamento de Estructuras es Resistencia de Materiales 1, para estudiantes de Ingeniería Civil.

#### **4.1. Readecuación curricular del Departamento Hidráulica**

En el Departamento de Hidráulica se revisó detenidamente el contenido de cada curso, mostrando el detalle de los cambios en el ACU 19, la cantidad de créditos que se le ha otorgado a los mismos y la ubicación dentro del pénsum de estudios, y se determinó que:

- Mecánica de Fluidos debe estar ponderado con 4 créditos académicos y su prerrequisito debe ser Matemática Intermedia 2, en lugar de Matemática Intermedia 3 en conjunto con Mecánica Analítica 1.
- Hidráulica se reduce a 4 créditos académicos.
- Hidrología, además de tener como prerrequisito el curso de Hidráulica, es necesario que tenga como prerrequisito Topografía 2 y Estadística 1, también, se sugiere que la carga académica asignada corresponda a 5 créditos.
- Es necesario retomar el curso de Obras Hidráulicas como optativo y debe impartirse en el noveno semestre, con una carga académica de tres créditos y los cursos prerrequisitos deben ser Cimentaciones 1 e Hidráulica de Canales.

- Aguas Subterráneas corresponde a una carga académica que otorgue 3 créditos.
- Hidráulica de Canales debe ser un curso obligatorio.
- Ingeniería Sanitaria 1 e Ingeniería Sanitaria 2, deben otorgar 4 créditos académicos cada una.
- Saneamiento Ambiental, tiene una carga académica que debe otorgar 3 créditos, debe trasladarse al noveno semestre como curso obligatorio y cuyos prerrequisitos deben ser Ingeniería Sanitaria 1 e Ingeniería Sanitaria 2.

#### **4.2. Readecuación curricular del Departamento de Estructuras**

El contenido de cada curso fue revisado y los detalles de los cambios se muestran a partir del ACU 15 al ACU 23 del compendio de estudios 2016. Además, se han fusionado cursos, reasignado la cantidad de créditos académicos que debe otorgar cada uno y se han reposicionado algunos cursos dentro del pénsum de estudio de la carrera de Ingeniería Civil. A continuación se detallan algunos cambios:

- Resistencia de Materiales 1: se impartirá un curso para Ingeniería Civil y otro para carreras distintas que lo consideren dentro de su pénsum de estudios, su contenido será diferente en la última unidad. Además, la carga académica sugiere una ponderación de 4 créditos académicos.

- Resistencia de Materiales 2, al igual que Resistencia de Materiales 1, se impartirá un curso para Ingeniería Civil y otro para escuelas diferentes, el contenido teórico será diferente y otorgará 4 créditos académicos.
- Análisis Estructural, otorgará 4 créditos académicos. Se ha reformulado su contenido y se eliminará de la red Análisis Estructural 2.
- Concreto Armado 1, se sugiere asignarle 4 créditos académicos.
- Concreto Armado 2, se sugiere asignarle 4 créditos académicos.
- Tipología Estructural, su nuevo prerrequisito será Resistencia de Materiales 1 y otorgará 3 créditos académicos.
- Diseño Estructural 1, tendrá como prerrequisito Análisis Estructural y Concreto Armado 2.
- Diseño Estructural 2, será un nuevo curso obligatorio en la red de estudios, tendrá como prerrequisito Diseño Estructural 1, otorgará 5 créditos y estará ubicado en el décimo semestre.

#### **4.3. Cursos complementarios**

Se listan los cambios que se dieron en cursos que no son administrados por la Escuela de Ingeniería Civil, por ejemplo, cursos administrados por el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), por el Centro de Investigaciones o cursos que proveen otras escuelas.

- Geología tendrá como prerrequisito Ecología, en lugar de Geografía y Química General 1, como lo indica la red vigente hasta 2015, además será un curso obligatorio.
- Se sugiere eliminar el prerrequisito de 90 créditos del curso de Introducción a la Ingeniería Petrolera.
- Para Geología Estructural, Perforación de Pozos, Petrología y Geología del Petróleo, se sugieren 3 créditos académicos.
- Se sugieren cambiar los cursos prerrequisito de Geofísica por Matemática Intermedia 3 y Geología.
- Se sugiere sustituir el curso de Física 2 e Ingeniería Eléctrica 1, por el curso de Instalaciones Eléctricas que pertenecerá a la categoría de cursos obligatorios, se impartirá en el cuarto semestre y aportará 4 créditos académicos. Los cursos prerrequisitos de dicha materia serán Matemática Básica 2, Física Básica y Técnica.
- Se propone trasladar el curso de Gestión de Desastres al noveno semestre y cambiar el curso prerrequisito por Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental.
- Del área de administración, en el quinto semestre se sugiere la implementación de los siguientes cursos optativos: Contabilidad 1, Psicología Industrial y Legislación 1. En el sexto semestre Administración de Personal, Contabilidad 2 y Legislación 2 y en el séptimo semestre Administración de Empresas 1.

#### **4.4. ACU 01: grado de cumplimiento de las competencias básicas del ingeniero civil**

Con la finalidad de realizar todas las acciones y actividades necesarias para lograr el fortalecimiento del sistema de actualización curricular universitario, en agosto de 2011 se realiza una convocatoria a profesores, estudiantes, egresados y empleadores, con el objeto de socializar la información obtenida en los talleres de abril del mismo año, para lograr el involucramiento y participación activa.

Esta sesión de discusión fue nombrada: taller para la consulta pública y retroalimentación del perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil y uno de los objetivos fue determinar, desde el punto de vista de los egresados titulados como ingenieros civiles entre 2007 y 2010 de la Facultad de Ingeniería, cuáles han sido las competencias el perfil del egresado que les han permitido incorporarse de forma satisfactoria a la vida laboral.

Para lograr dicho objetivo, en el taller se realizaron dos preguntas que debían contestar sobre las competencias del perfil del egresado, para ello previamente se envió la inducción vía correo electrónico. El resultado esperado del taller era obtener opiniones, sugerencias y comentarios para actualizar el plan de estudios y con ellas formar adecuadamente a los profesionales demandados por el mercado laboral nacional e internacional, es así como la información se resumió en el ACU 01 que se muestra en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. ACU 01

Taller para la consulta pública y retroalimentación al perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil							
	Competencias básicas del ingeniero civil	Se cumple siempre (100 %)	Se cumple casi siempre (75 %)	Se cumple parcialmente (50 %)	Casi nunca se cumple (25 %)	No cumple (0 %)	No se tiene información
1	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil	E	E-G				
2	Identificar, evaluar e implementar las tecnologías más apropiadas para su contexto		E	G	E		
3	Crear, innovar y emprender para contribuir al desarrollo tecnológico		G	E	E		
4	Concebir, analizar, proyectar y diseñar obras de ingeniería civil		E-E-G				
5	Planificar y programar obras y servicios de ingeniería civil		E-E-G				
6	Construir, supervisar, inspeccionar y evaluar obras de ingeniería civil			E-G	E		
7	Operar, mantener y rehabilitar obras de ingeniería civil			E	E-G		
8	Evaluar el impacto ambiental y social de las obras civiles				E-E-G		
9	Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería civil				E-G	E	
10	Dirigir y liderar recursos humanos				E	E-G	

Continuación de la tabla XXIX.

	Competencias básicas del ingeniero civil	Se cumple siempre (100 %)	Se cumple casi siempre (75 %)	Se cumple parcialmente (50 %)	Casi nunca se cumple (25 %)	No cumple (0 %)	No se tiene información
1	Administrar los recursos materiales y equipos				E- E- G		
2	Comprender y asociar los conceptos legales, económicos y financieros para la toma de decisiones, gestión de proyectos y obras de ingeniería civil					E- E- G	
3	Abstracción espacial y representación gráfica				E	E- G	
4	Proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible				E- E	G	
5	Prevenir y evaluar los riesgos en las obras de ingeniería civil				E	E- G	
6	Manejar e interpretar información de campo			G	E	E	
7	Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería civil			E	G	E	
8	Interactuar con grupos multidisciplinarios y dar soluciones integrales de ingeniería				E	E- G	
9	Emplear técnicas de control de calidad en los materiales y servicios de ingeniería civil				E- E- G		

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 21-28.

#### **4.5. ACU 02: grado de cumplimiento de las competencias específicas del ingeniero civil**

El ACU 02 surge también de la información recopilada en el taller para la consulta pública y retroalimentación al perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil con respecto al listado de nueve competencias específicas del ingeniero civil. La pregunta que, tanto graduados como empleadores, debían responder, fue: ¿considera que las habilidades y conocimientos que se presentan en el perfil del egresado de la EIC contra los que han mostrado los egresados que han llegado a laborar a su empresa o institución se han cumplido?

Para responder a la pregunta formulada, se tenía la posibilidad de escoger seis opciones:

- Se cumple siempre (100 %)
- Se cumple casi siempre (75 %)
- Se cumple parcialmente (50 %)
- Casi nunca se cumple (25 %)
- No cumple (0%)
- No se tiene información

Los resultados de dicha pregunta se presentan en el ACU 02, en la tabla XXX.

Tabla XXX. **ACU 02 competencias básicas**

Taller para la consulta pública y retroalimentación al perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil							
Competencias básicas del ingeniero civil		Se cumple siempre (100 %)	Se cumple casi siempre (75 %)	Se cumple parcialmente (50 %)	Casi nunca se cumple (25 %)	No cumple (0 %)	No se tiene información
1	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil				E-E-G		
2	Identificar, evaluar e implementar las tecnologías más apropiadas para su contexto				E-G	E	
3	Crear, innovar y emprender para contribuir al desarrollo tecnológico				E-E	G	
4	Concebir, analizar, proyectar y diseñar obras de ingeniería civil				E-E-G		
5	Planificar y programar obras y servicios de ingeniería civil	G	E	E			
6	Construir, supervisar, inspeccionar y evaluar obras de ingeniería civil	G	E	E			
7	Operar, mantener y rehabilitar obras de ingeniería civil		E-G	E			
8	Evaluar el impacto ambiental y social de las obras civiles	E-G		E			
9	Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería civil		G	E	E		

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 21-28.

#### 4.6. ACU 03: competencias básicas del ingeniero civil

Según el proyecto Tuning América Latina, el egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala debe poseer 19 competencias básicas, las cuales se muestran en la tabla XXXI.

Tabla XXXI. ACU 03: competencias básicas del ingeniero civil

Competencias básicas del ingeniero civil	
1	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil
2	Identificar, evaluar e implementar las tecnologías más apropiadas para su contexto
3	Crear, innovar y emprender para contribuir al desarrollo tecnológico
4	Concebir, analizar, proyectar y diseñar obras de ingeniería civil
5	Planificar y programar obras y servicios de ingeniería civil
6	Construir, supervisar, inspeccionar y evaluar obras de ingeniería civil
7	Operar, mantener y rehabilitar obras de ingeniería civil
8	Evaluar el impacto ambiental y social de las obras civiles
9	Modelar y simular sistemas y procesos de ingeniería civil
10	Dirigir y liderar recursos humanos
11	Administrar los recursos materiales y equipos
12	Comprender y asociar los conceptos legales, económicos y financieros para la toma de decisiones, gestión de proyectos y obras de ingeniería civil
13	Abstracción espacial y representación gráfica
14	Proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible
15	Prevenir y evaluar los riesgos en las obras de ingeniería civil
16	Manejar e interpretar información de campo
17	Utilizar tecnologías de la información, software y herramientas para la ingeniería civil
18	Interactuar con grupos multidisciplinarios y dar soluciones integrales de ingeniería
19	Emplear técnicas de control de calidad en los materiales y servicios de ingeniería civil

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 21-28.

#### 4.7. ACU 04: cuadro de análisis de las disciplinas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

En el ACU 04 se observa la comparación entre los cursos de los departamentos y las competencias que contribuyen a formar en el ingeniero civil. En la primera columna de este formato se mencionan las áreas curriculares, posteriormente las áreas de formación y finalmente 19 columnas para marcar cuáles se forma a través de cada curso.

Tabla XXXII. ACU 04: análisis de las disciplinas de los departamentos de Hidráulica y Estructuras

CURSOS OBLIGATORIOS	Áreas de formación	COMPETENCIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Matemáticas	Matemática																			
Ciencias básicas	Física																			
	Química																			
	Estadística																			
Ciencias de la ingeniería	Topografía	X			X					X				X			X	X		X
	Hidráulica	X								X				X		X	X	X		
	Planeamiento																			
	Estructuras	X		X	X	X			X	X		X	X	X		X	X	X		X
	Materiales de construcción	X	X	X			X		X			X			X	X	X	X	X	X
Diseño de ingeniería	Topografía	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Hidráulica	X	X	X	X	X	X	X		X				X	X		X	X		
	Planeamiento	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Estructuras	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Materiales de construcción	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 21-28.

#### **4.8. ACU 05: ejes meso y ejes micro**

El formato ACU 05 se observa en la tabla XXXIII. Esta tabla presenta información acerca de la clasificación de los campos del conocimiento científico y tecnológico en tres ejes: eje macro, eje meso y eje micro. Para realizar la readecuación curricular de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras, el eje macro de interés es el de ingeniería y tecnología, dado que estos departamentos pertenecen a él.

El eje meso se subdivide en las disciplinas y subdisciplinas que pueden surgir del eje macro denominado ingeniería y tecnología. En este caso, las disciplinas de interés serán Estructuras e Hidráulica y Saneamiento, y estas no poseen subdisciplinas, por lo que inmediatamente se procede a listar todos los cursos de las disciplinas para completar la información del eje micro.

Con respecto a los cursos complementarios, el formato ACU 05 para ellos se muestra en la tabla XXXIV, pertenecen a las ciencias sociales y humanidades como eje macro, a la disciplina de Lengua y Literatura, mientras que Ética Profesional y Psicología Industrial pertenecen a la disciplina de Filosofía y Psicología respectivamente.

Tabla XXXIII. **ACU 05: Hidráulica y Estructuras**

<b>EJES MACRO</b>	<b>EJES MESO</b>		<b>EJES MICRO</b>
Campos del conocimiento científico y tecnológico	<b>DISCIPLINAS</b>	<b>SUBDISCIPLINAS</b>	
Ingeniería y tecnología	ESTRUCTURAS		Resistencia de Materiales 1
			Resistencia de Materiales 2
			Análisis Estructural 1
			Tipología Estructural
			Concreto Armado 1
			Concreto Armado 2
			Diseño Estructural 1
			Puentes
			Diseño Estructural 2
		HIDRÁULICA Y SANEAMIENTO	
			Hidráulica
			Hidráulica de canales
			Maquinas Hidráulicas
			Hidrología
			Aguas Subterráneas
			Ingeniería Sanitaria 1
			Ingeniería Sanitaria 2
			Planeamiento y uso de recursos hidráulicos
			Saneamiento Ambiental

Fuente: elaboración propia, según clasificación de la Unesco.

Tabla XXXIV. **ACU 05: cursos complementarios**

EJES MACRO	EJES MESO		EJES MICRO
	DISCIPLINAS	SUBDISCIPLINAS	
Campos del conocimiento científico y tecnológico			
Ciencias sociales y humanidades	LEGUA Y LITERATURA		Técnicas de Estudio e Investigación
			Idioma Técnico 1
			Idioma Técnico 2
	FILOSOFÍA PSICOLOGÍA		Técnicas de Investigación 1
			Técnicas de Investigación 2
			Técnicas de Investigación 3
		Ética Profesional	
		Administración de Personal	

Fuente: elaboración propia, según clasificación de la Unesco.

#### 4.9. **ACU 06: relación de competencias de cada curso de la malla curricular**

El formato ACU 06 presenta la lista de todos los cursos obligatorios de los Departamentos de Estructuras e Hidráulica, vigentes hasta segundo semestre de 2015, con su respectivo código. En la siguiente columna se indica la cantidad de créditos que aporta cada uno de ellos. Luego se presentan veinte columnas numeradas de uno a veinte, que hacen referencia a las competencias que debería poseer un egresado de la carrera de Ingeniería Civil.

La finalidad del ACU 06 es revisar la correspondencia entre el curso y las competencias que forma. Por ejemplo, el primer curso de la lista por su código es Resistencia de Materiales 1, en mesa de discusión se analizó que este curso contribuye a formar las competencias 1, 2, 3, 5, 6, 13 y 19, por lo tanto aparece una equis para marcar dichas competencias.

Es notorio que los cursos de semestres iniciales contribuyen a formar menos competencias que los del área profesional, pues estos últimos hacen uso de los anteriores y el estudiante utiliza los conocimientos previos para resolver problemas más avanzados.

Tabla XXXV. **ACU 06: relación de competencias por curso**

		COMPETENCIAS DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																				
Cód.	Cursos obligatorios	Crédito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
300	Resistencia de Materiales 1	5	X	X	X		X	X							X							X
250	Mecánica de Fluidos	6	X	X	X		X															
302	Resistencia de Materiales 2	5	X	X	X		X							X								X
252	Hidráulica	6	X	X	X		X									X						
306	Análisis Estructural 1	6	X	X	X		X			X					X		X					
316	Concreto Armado 1	5	X	X	X		X		X							X						X
254	Hidrología	6	X	X	X		X									X	X	X				X
316	Concreto Armado 2	5	X	X	X		X		X								X				X	
321	Diseño Estructural	5	X	X	X		X		X						X		X		X	X		X
280	Ingeniería Sanitaria 1	5					X	X	X	X	X						X					X
282	Ingeniería Sanitaria 2	5					X	X	X	X	X						X					X
332	Puentes	5	X	X	X		X		X									X				X

Fuente: elaboración propia, con información de los talleres realizados para el proceso de readecuación curricular, EIC.

#### 4.10. ACU 07: clasificación según ACAAI

La Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI) brinda una clasificación para los cursos obligatorios. Los clasifica, en primera instancia, por área curricular y esta se subdivide en área de formación. Según ACAAI, existen cinco áreas curriculares: matemáticas, ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, diseño de la ingeniería y área complementaria.

Para el área de matemáticas, la red de estudios de la carrera de Ingeniería Civil, vigente hasta el segundo semestre de 2015, ofrece seis cursos, en ciencias básicas cinco cursos, ciencias de la ingeniería doce cursos, diseño de ingeniería once cursos y en el área complementaria catorce cursos. Esta información se brinda de forma detallada en la tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. ACU 07: clasificación según ACAAI

CURSOS OBLIGATORIOS	
Áreas curriculares	Áreas de formación
Matemáticas	Matemática Básica 1
	Matemática Básica 2
	Matemática Intermedia 1
	Matemática Intermedia 2
	Matemática Intermedia 3
	Matemática Aplicada 1
Ciencias básicas	Físicas Básica
	Física 1
	Física 2
	Estadística 1
	Química General 1
Áreas curriculares	Áreas de formación
Ciencias de la ingeniería	Resistencia de Materiales 1
	Resistencia de Materiales 2
	Análisis Estructural 1
	Concreto Armado 1

Continuación de la tabla XXXVI.

	Concreto Armado 2
	Diseño Estructural
	Cimentaciones 1
	Mecánica Analítica 1
	Análisis Mecánico
	Mecánica de Fluidos
	Hidráulica
	Hidrología
Diseño de ingeniería	Ingeniería Sanitaria 1
	Ingeniería Sanitaria 2
	Ingeniería de la Producción
	Materiales de Construcción
	Mecánica de Suelos
	Costos, Presupuestos y Avalúos
	Planeamiento
	Topografía 1
	Topografía 2
	Vías Terrestres 1
	Puentes
<b>Áreas curriculares</b>	<b>Áreas de formación</b>
Complementaria	Social Humanística 1
	Social Humanística 2
	Ética Profesional/Lógica
	Ingeniería Eléctrica 1
	Programación de computadoras 1
	Legislación 1
	Técnica Complementaria 1
	Técnica complementaria 2
	Orientación y liderazgo
	Idioma Técnico 1, 2, 3 y 4
	Técnicas de Estudio e Investigación
	Ecología
	Prácticas iniciales.
	Prácticas intermedias.
	Prácticas finales.

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 21-28.

#### 4.11. ACU 08: identificación de competencias y cursos

Como parte del proceso de readecuación curricular, se realizó un taller con docentes y estudiantes para evaluar cada una de las 19 competencias propuestas en el ACU 03 e identificar los cursos que contribuyen a formar cada una de ellas. El análisis descrito se efectuó con el propósito de detectar si algún curso no contribuía a formar ninguna competencia, para eliminarlo e implementar cursos que sí lo hagan. Si existiera el caso de que un curso fuera base para muchas competencias, evaluar su contenido para fortalecerlo.

A continuación, en la tabla XXXVII, se presenta una competencia como muestra del formato ACU 08.

Tabla XXXVII. **ACU 08: relación de competencias básicas con cursos**

Núm.	Competencia	Nombres de los cursos
1	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil.	Matemática
		Física
		Química
		Estadística
		Mecánica analítica
		Geografía
		Topografía
		Resistencia de Materiales
		Mecánica de Fluidos
		Mecánica de Suelos
		Materiales de Construcción
		Ecología
		Legislación
		Ingeniería Eléctrica
		Social Humanística
		Técnica Complementaria 1 y 2
		Hidráulica
Geología		
Gestión de desastres		
Cimentaciones		

Continuación de la tabla XXXVII.

Núm.	Competencia	Nombres de los cursos
1.	Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la ingeniería civil.	Programación 090
		Perforación de pozos
		Petrología
		Contabilidad
		Prácticas iniciales, intermedias y finales
		Estructuras metálicas
		Pavimentos
		Puentes
		Lógica

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 41-50.

#### 4.12. ACU 09: relación de contenidos con competencias

Dado que en el ACU 08 se hizo la relación sobre qué cursos formaban cada competencia, en el ACU 09 se procedió a profundizar y hacer la relación de las unidades de cada curso con las competencias que contribuye a formar. Por ejemplo, la tabla XXXVIII, que corresponde al curso de Resistencia de Materiales 1 cuyo código es 300, consta de cinco unidades y un laboratorio, en la primera columna se colocó el título de cada unidad y a continuación se colocan 19 columnas que corresponden a las 19 competencias básicas de un ingeniero civil descritas en el ACU 03, se marca con una equis la competencia que se contribuye a formar.

En el caso se la unidad de tensión, compresión y cortante, se marcaron con una equis las competencias uno, cuatro y trece, es decir que al impartir dicha unidad el estudiante que la curse al finalizar la unidad en mención habrá formado parte de las competencias listadas.

Tabla XXXVIII. **ACU 09: Resistencia de Materiales 1**

CURSO: RESISTENCIA DE MATERIALES 1 CÓDIGO 300.	COMPETENCIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																			
	UNIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tensión, compresión y cortante	x			x										x						
Deformación	x			x										x						
Elementos estáticamente indeterminados	x			x										x						
Fuerza cortante y modelo flexionante en vigas	x			x										x						
Esfuerzo en vigas	x			x										x						
Laboratorio	x			x					x		x			x			x			x

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 41-50.

Tabla XXXIX. **ACU 09: Mecánica de Fluidos**

CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS CÓDIGO 250	COMPETENCIAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																			
	UNIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Definición de mecánica de fluidos.	x		x														x			
Definición y propiedades de los fluidos.	x		x																	
Hidrostática.					x															
Aerostática.					x															
Cinemática de fluidos.					x									x						
Dinámica de fluidos.										x								x		
Conservación de la energía.										x				x						
Introducción a la ecuación de cantidad de movimiento.										x				x						x

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 41-50.

#### **4.13. ACU 10: nivel de desarrollo de competencias**

Para lograr que una competencia se desarrolle y potencialice en un estudiante, debe cursar las asignaturas correspondientes, pues cada una de ellas contribuye a la formación de diversas competencias en diferentes grados. Puede que un curso contribuya más a la formación de una competencia, pero menos a la formación de otra. Por lo tanto, en el ACU 10 se realizó el análisis de la competencia genérica denominada “identifica, plantea y resuelve problemas” y de la competencia específica “maneja e interpreta información de campo”.

A su vez, la competencia genérica se desglosa en siete subcompetencias y la competencia específica se desagrega en cinco subcompetencias. En la tabla XL, se muestra el formato ACU 10 que contiene el listado de once cursos obligatorios impartidos en la carrera de Ingeniería Civil por los departamentos de Estructuras e Hidráulica, para los cuales se identificó el grado de contribución de cada uno en la formación de la competencia. El grado de cumplimiento puede ser alto, medio y bajo, los cuales se identifican con las letras A, M y B, respectivamente.

Tabla XL. **ACU 10: nivel de desarrollo de la competencia**

		CURSOS	COMPETENCIA GENÉRICA							COMPETENCIA ESPECÍFICA				
Cód.			Identifica, plantea y resuelve problemas.							Maneja e interpreta información de campo.				
		<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	Identifica e interpreta problemas dentro de un contexto	Formula hipótesis	Identifica los principios que intervienen en la resolución del problema	Delimita y Modela el problema	Plantea soluciones al problema	Selecciona y justifica una solución	Valida la solución	Identifica la información requerida	Selecciona los procedimientos, técnicas y métodos de recolección	Obtiene y selecciona la información	Procesa e interpreta la información	Elabora un informe y/o utiliza la información
01	300	Resistencia de Materiales 1	M	B	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
02	250	Mecánica de Fluidos	M	M	M	M	A	A	M	M	B	M	M	M
03	302	Resistencia de Materiales 2	M	B	A	A	A	M	M	B	B	B	B	B
04	252	Hidráulica	M	B	M	M	B	M	M	M	B	M	M	M
05	306	Análisis Estructural 1	M	B	A	M	A	M	A	A	M	M	M	M
06	316	Concreto Armado 1	A	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
07	254	Hidrología	A	B	A	M	A	A	A	A	A	A	A	A
08	316	Concreto Armado 2	A	A	A	A	A	A	A	M	A	A	A	A
09	321	Diseño Estructural	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
10	280	Ingeniería Sanitaria 1	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
11	332	Puentes	A	A	A	A	A	A	A	A	M	A	A	A

Fuente: GUERRERO, Alba. *Informe final reforma curricular*, 2011. pp. 41-50.

#### 4.14. ACU 11: comparación con pénsum de otras universidades

Para tener una visión amplia del manejo de otras universidades de la carrera de Ingeniería Civil, se procedió a recopilar información con respecto a la cantidad de cursos y créditos que estas asignaban a los diferentes semestres. La comparación se realizó con tres universidades, las cuales fueron: Universidad Autónoma de Honduras (UNAH), Universidad Tecnológica de Costa Rica y Universidad de Argentina.

Es importante destacar que lo que se conoce como crédito académico en FIUSAC y en la Universidad Tecnológica de Costa Rica, en la UNAH se conoce como unidades valorativas y en la Universidad de Argentina la carga académica es medida en horas a la semana.

Además, cada universidad maneja diferentes metodologías para graduación, por ejemplo: en la UNAH el estudiante debe cumplir como requisito con 40 horas de trabajo comunitario y 800 horas de práctica profesional supervisada. El plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil en la UNAH, cuenta con un total de 64 asignaturas y 251 unidades valorativas, en cuanto a las materias electivas, el estudiante deberá cursar cuatro, dependiendo de la oferta de los departamentos de Geotecnia, Estructuras, Transporte o Hidrotecnia.

**Tabla XLI. ACU 11: comparación del pènsum de Ingeniería Civil contra otras universidades**

Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
I semestre	Orientación y Liderazgo	1	Matemática	5	Inglés 1	2	Análisis Matemático	5
	Social Humanística 1	4	Geometría y Trigonometría	5	Introducción a la técnica de la ciencia	1	Álgebra y Geometría Analítica	5
	Matemática Básica 1	7	Introducción a la Ingeniería Civil	2	Matemática General	2	Ingeniería y Sociedad	2
	Química General 1	3	Sociología	4	Química 1	3	Química General	5
	Técnica Complementaria 1	3			Laboratorio de Química 1	1	Física 1	5
					Comunicación Escrita	2	Ingeniería Civil	3
							Sistemas de representación	3

Continuación de la tabla XLI.

							Fundamentos de Informática	2
Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
II Semestre	Técnicas de estudio y de investigación	3	Cálculo 1	5	Ingles 2	2		
	Social Humanística 2	4	Vectores y matrices	3	Física 1	4		
	Matemática básica 2	7	Español 1	4	Laboratorio de Física1	2		
	Física básica	5	Ingles 2	3	Cálculo Diferencial e Integral	4		
	Técnica complementaria 2	3	Historia de Honduras	4	Química 2	3		
			Filosofía	4	Laboratorio de Química 2	1		
					Comunicación Oral	1		
III Semestre	Matemática Intermedia 1	10	Cálculo 2	5	Dibujo	2	Análisis Matemático 2	5
	Física 1	6	Física General 1	5	Física 2	3	Inglés 1	2
	Practica inicial		Química Fundamental	4	Estática	3	Estabilidad	5
			Probabilidad y Estadística Aplicada	3	Cálculo diferencial e Integral	4	Ingeniería Civil 2	3
			Inglés 3	3	Química 2	3	Física 2	5
					Laboratorio Química 2	2	Probabilidad y estadística	3
					Comunicación Oral	1	Tecnología de los Materiales	5
Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
IV Semestre	Topografía 1	6	Ecuaciones Diferenciales	3	Topografía	4		
	Ecología	3	Física General 2	5	Física 3	3		
	Matemática Intermedia 2	5	Estática	5	Mecánica de Sólidos 1	3		
	Matemática Intermedia 3	5	Programación 1	3	Cálculo superior	4		
	Física 2	6	Topografía 1	5	Interpretación de planos	3		

Continuación de la tabla XLI.

	Mecánica Analítica	5	Dibujo 1	2	Probabilidad y Estadística	2		
	Legislación 1	3						
	Estadística 1	5						
V semestre	Topografía 2	6	Análisis Numérico	3	Topografía Aplicada	4	Resistencia de materiales	4
	Resistencia de materiales 1	5	Resistencia de Materiales 1	5	Mecánica de Suelos 1	3	Hidráulica Gral. Y aplicada	5
	Mecánica de Fluidos	6	Dinámica	3	Mecánica de Sólidos 2	3	Geotopografía	4
	Programación Computadoras 1	3	Mecánica de fluidos	4	Ecuaciones Diferenciales	4	Instalaciones Termomecánicas	2
	Matemáticas aplicada 1	6	Topografía 2	5	Concreto	3	Tecnología de construcción	6
	Ingeniería Eléctrica 1	5	Dibujo 2	2	Ciencia Mater	3	Economía	3
					Laboratorio de Concreto	1	Cálculo Avanzado	2
							Tecnología de Hormigón	2
Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
VI Semestre	Resistencia de Materiales 2	5	Geología	4	Laboratorio suelos	1		
	Materiales de Construcción	6	Resistencia de Materiales 2	5	Mecánica de Suelos 2	4		
	Mecánica de suelos	5	Hidrología	4	Análisis Estructural	3		
	Hidráulica	6	Hidráulica Aplicada	5	Métodos Numéricos	3		
			Administración General	4	Contabilidad y Finanzas	3		
			Dibujo Aplicado	2	Hidráulica	3		
VII Semestre	Vías terrestres 1	6	Materiales de construcción	4	Carreteras 1	3	Análisis Estructural 1	5
	Análisis Estructural 1	6	Mecánica de suelos 1	5	Geología Aplicada	3	Estructuras de Hormigón	
	Concreto Armado 1	5	Ingeniería Sanitaria 1	4	Estructuras de Concreto	3	Inglés 2	2
	Hidrología	6	Instalaciones Eléctricas	2	Estructuras de Acero	3	Geotecnia	5
	Ing. de la Producción	5	Irrigación y Avenamiento	4	Costos de Construcción 1	3	Diseño Arquitectónico o Planean. Urbe	5

Continuación de la tabla XLI.

	Practica Intermedia		Análisis Estructural 1	5	Laboratorio de Hidráulica	1	Ingeniería Legal	3
					Instalaciones Electromecánicas	3	Instalaciones Sanitarias y de Gas	3
Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
VIII Semestre	Concreto Armado 2	5	Diseño Geométrico de Carreteras	4	Carreteras 2	3		
	Diseño Estructural	5	Ingeniería Ambiental	4	Taller 2	3		
	Cimentaciones 1	5	Mecánica de Suelos 2	5	Estructuras de Mampostería	3		
	Análisis Mecánico	6	Ingeniería Sanitaria 2	4	Construcción de Estructuras de Concreto	3		
	Ingeniería Sanitaria 1	5	Análisis Estructural 2	5	Programación Proyectos	3		
	Ingeniería Sanitaria 2	5			Filosofía	2		
IX Semestre	Puentes	5	Organización y Métodos	4	Construcción Pavimentos	3	Cimentaciones	3
	Costos, presupuestos y avalúos	6	Planificación Urbana	3	Diseño del Proceso Construcción	3	Construcciones Metálicas y de Madera	4
	Planeamiento	6	Instalaciones Sanitarias	2	Estructuras Temporales	3	Vías de Comunicación 1	4
	Ética profesional	4	Diseño Estructural	5	Control Costos	3	Organización y Conducción de Obras	5
			Estructuras de Concreto 1	5	Ing. Económica	3	Hidrología y Obras Hidráulicas	4
					SEM Estructuras Costar	2	Análisis Estructural 2	5
					Taller Diseño	4		
	Ingeniería Sísmica	5					Prefabricación	2
Semestre	Universidad de San Carlos de Guatemala	Créditos	Universidad Autónoma de Honduras	Unidades valorativas	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Créditos	Universidad de Argentina	Horas
XX Semestre	Práctica Final		Procedimientos y equipo de construcción	4	Normativa de Construcción	3	Proyecto integrado	8

Continuación de la tabla XLI.

		Costos y presupuestos	4	Administración de Empresas	3	Ingeniería sanitaria	6
		Diseño de Pavimentos	4	Proceso Construcción	3	Vías de comunicación 2	8
		Ingeniería de Puentes	5	Proyecto Graduación	4	Dinámica estructural	6
		Estructuras de Concreto 2	5			Puentes	4
	Diseño Estructural Concreto Preesforzado		5				

Fuente: elaboración propia.

#### 4.15. ACU 12: p nsum de la carrera de Ingeniería Civil vigente en segundo semestre de 2015

El ACU 12 muestra el p nsum de la carrera de Ingeniería Civil impartida en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, vigente hasta el segundo semestre de 2015. El mismo está distribuido en diez semestres y nueve áreas, las cuales son: Topografía y Transportes, Estructuras, Construcciones Civiles y Materiales de Construcción, Hidráulica, Planeamiento, Ciencias Básicas y Complementarias, CESEM-ERIS, EPS y Administración.

Tabla XLII. **Pénsum de la carrera de Ingeniería Civil vigente en segundo semestre 2015**

PRIMER SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
1	●	101	Matemática Básica 1		7
2	●	017	Social Humanística 1		4
3	●	348	Química General 1		3
4	●	003	Orientación y Liderazgo		1
5	●	069	Técnica Complementaria 1		3
6	○	039	Deportes 1		1
7	○	0006	Idioma Técnico 1		2
SEGUNDO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
8	●	103	Matemática Básica 2	101	7
9	●	019	Social Humanística 2	017	4
10	●	147	Física Básica	101	5
11	●	005	Técnicas de Estudio y de Investigación		3
12	●	071	Técnica Complementaria 2	069	3
13	○	040	Deportes 2	039	1
14	○	008	Idioma Técnico 2	069	2
TERCER SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
15	●	107	Matemática Intermedia 1	103	10
16	●	150	Física 1	147, 103	6
17	●	2025	Práctica inicial	103	0

Continuación de la tabla XLII.

18	○	0009	Idioma Técnico 3	0008	2
19	○	352	Química 2	101, 147, 348	4
20	○	010	Lógica	019	2
21	○	030	Geografía	147	3
CUARTO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
22	●	112	Matemática Intermedia 2	107	5
23	●	114	Matemática Intermedia 3	107	5
24	●	080	Topografía 1	107	6
25	●	028	Ecología	90 Cr	3
26	●	152	Física 2	107, 150	6
27	●	170	Mecánica Analítica 1	107,150	5
28	●	732	Estadística 1	107,005	5
29	●	662	Legislación 1	90 Cr	3
30	○	474	Introducción a la Ingeniería Petrolera	90 Cr, 107, 150	3
31	○	0011	Idioma Técnico 4	0009	2
32	○	450	Geología	030, 348	3
33	○	608	Introducción a Proyectos Gerenciales	107	6
34	★	650	Contabilidad 1	90 Cr	3
35	★	022	Psicología Industrial	90 Cr	3
QUINTO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
36	●	082	Topografía 2	080	6
37	●	118	Matemática Aplicada 1	112,114	6
38	●	300	Resistencia de Materiales 1	114,170	5

Continuación de la tabla XLII.

39	●	250	Mecánica de Fluidos	114,170	6
40	●	090	Programación de Computadoras 1	114, 732	3
41	●	200	Ingeniería Eléctrica 1	114, 152	5
42	○	116	Matemática Aplicada 3	112, 114	5
43	○	335	Gestión de Desastres	450	3
44	○	368	Principios de Metrología	732, 152, 348	3
45	○	652	Contabilidad 2	650	3
46	○	734	Estadística 2	732	5
47	○	658	Administración de Personal	022	3
48	○	538	Geofísica	114, 152, 476	4
49	○	687	Geología Estructural	450	5
50	○	476	Geología del Petróleo	450	3
51	○	536	Perforación de Pozos 1	450,474	5
52	○	452	Ciencia de los Materiales	152	5
53	○	478	Petrología	450	4
54	○	664	Legislación 2	662	3
5 <sup>5</sup>	★	700	Ingeniería Económica 1	732	5
SEXTO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
56	●	456	Materiales de Construcción	300	6
57	●	458	Mecánica de Suelos	300	5
58	●	302	Resistencia de Materiales 2	300	5
59	●	252	Hidráulica	250	6
60	○	702	Ingeniería Económica 2	700	4
61	○	084	Topografía 3	082	6

Continuación de la tabla XLII.

62	○	601	Investigación de Operaciones 1	090	5
63	○	092	Programación de Computadoras 2	090	4
64	○	122	Matemática Aplicada 4	118	4
65	○	120	Matemática Aplicada 2	118	6
66	○	202	Ingeniería Eléctrica 2	200	5
<b>SÉPTIMO SEMESTRE</b>					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
67	●	550	Vías terrestres 1	082,458	6
68	●	306	Análisis Estructural 1	302	6
69	●	314	Concreto Armado 1	302,456	5
70	●	254	Hidrología	252	6
71	●	630	Ingeniería de la Producción	165 Cr	5
72	●	2036	Practica Intermedia	456,458,082, 2025	0
73	○	304	Resistencia de Materiales 3	302	4
74	○	286	Hidráulica de canales	252	5
75	○	258	Máquinas Hidráulicas	252	4
76	★	656	Administración de Empresas 1	150 Cr	5
77	○	603	Investigación de Operaciones 2	601	5
<b>OCTAVO SEMESTRE</b>					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
78	●	280	Ingeniería Sanitaria 1	254	5

Continuación de la tabla XLII.

79	●	282	Ingeniería Sanitaria 2	254	5
80	●	173	Análisis Mecánico	170, 306	6
81	●	318	Cimentaciones 1	306, 314, 458	5
82	●	321	Diseño Estructural	306, 314, 456	5
83	●	316	Concreto Armado 2	314	5
84	○	657	Administración de Empresas 2	656	3
85	○	284	Saneamiento Ambiental	254	5
86	○	262	Aguas Subterráneas	254	5
87	○	460	Pavimentos	550	5
88	○	307	Tipología Estructural	306	4
89	○	308	Análisis Estructural 2	306	6
90	○	580	Ingeniería de Transito	550	4
91	○	560	Vías Terrestres 2	550	6
92	○	570	Transportes	550	4
NOVENO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos
93	●	7991	Seminario de Investigación	200 Cr	4
94	●	332	Puentes	318	5
95	●	666	Costos Presupuestos y Avalúos	190 Cr	6
96	●	710	Planeamiento	190 Cr	6
97	○	329	Ingeniería Sísmica	308	5
98	○	310	Análisis Estructural 3	308	5
99	○	323	Diseño Estructural en Mampostería	321	5
100	○	315	Concreto Pre esforzado	316	5

Continuación de la tabla XLII.

101	○	325	Diseño de Estructuras Metálicas 1	321	5
102	○	334	Placas y Cascaras	118, 308, 316	5
103	○	340	Métodos de Construcción	321	3
104	○	320	Cimentaciones 2	318	4
105	○	256	Obras Hidráulicas	254, 321, 458	5
106	○	288	Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental	190 Cr	4
107	○	001	Ética Profesional	200 Cr	4
108	○	7990	Seminario de Investigación EPS	225 Cr	4
109	★	706	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	700, 190 Cr	4
DÉCIMO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos
110	●	2037	Práctica Final	2036, 200 Cr	0
111	○	317	Diseño Estructural Concreto Preesforzado	315, 321	5
112	○	330	Dinámica Estructural	329	3
113	○	327	Diseño de Estructuras Metálicas 2	325	5
114	○	260	Planeamiento y uso de recursos Hidráulicos	252, 256, 280	5

Continuación de la tabla XLII.

115	○	708	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	706	4
116	○★	712	Urbanismo	190 Cr	5
117	★		Microsoft Project		0

Fuente: elaboración propia, con información del p nsu  vigente en 2015.

En la tabla XLIII, se muestra un resumen por semestre de los créditos obligatorios y optativos que aporta cada uno de los cursos.

Tabla XLIII. **Resumen de cursos y créditos del p nsu  de Ingeniería Civil**

Semestre	Cursos obligatorios	Créditos obligatorios	Cursos optativos	Créditos optativos	Cursos del Diplomado	Créditos diplomado
Primero	5	18	2	3	-	-
Segundo	5	22	2	3	-	-
Tercero	3	16	4	11	-	-
Cuarto	8	38	4	14	2	6
Quinto	6	31	13	51	1	5
Sexto	4	22	7	34	-	-
Séptimo	6	28	4	18	1	5
Octavo	6	31	9	42	-	-
Noveno	4	21	12	54	1	4
Décimo	1	-	6	27	2	5
<b>Total</b>	48	227	63	257	7	25

Fuente: elaboración propia, con información del p nsu  vigente en 2015.

En total, la red curricular de ingeniería civil vigente en el segundo semestre de 2015 contaba con 117 cursos, de los cuales 48 son obligatorios, 63 optativos y 7 pertenecen al área del Diplomado. Los cursos obligatorios

aportaban 227 créditos académicos, mientras que los cursos optativos suman 257 créditos y los cursos del área del diplomando contabilizan 25 créditos.

#### **4.16. ACU 13: p nsu m propuesto para la carrera de Ingeniería Civil**

Luego de todo el análisis realizado y tras varias sesiones de trabajo sobre readecuación curricular, finalmente se logró la propuesta de p nsu m para la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La tabla XLIV muestra el resumen por semestre de los cursos obligatorios y optativos que aporta cada uno de los cursos, para que puedan compararse las variaciones con la tabla XLIII.

Tabla XLIV. **Resumen de cursos y créditos del p nsu m propuesto de Ingeniería Civil**

Semestre	Cursos obligatorios	Créditos obligatorios	Cursos optativos	Créditos optativos
Primero	5	20	-	-
Segundo	5	23	-	-
Tercero	5	22	2	7
Cuarto	6	29	1	3
Quinto	5	24	8	24
Sexto	5	20	4	13
Séptimo	6	22	3	12
Octavo	7	24	3	12
Noveno	5	18	3	9
Décimo	7	22	2	7
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>224</b>	<b>26</b>	<b>87</b>

Fuente: elaboración propia, con información de las reuniones de readecuación curricular.

El p nsu m de estudios propuesto cuenta con 56 cursos obligatorios, ocho cursos más que la red curricular vigente en 2015, lo cual se refleja en 224

créditos aportados por cursos obligatorios contra 227 créditos aportados por cursos obligatorios en la red curricular vigente 2015. Esto indica que se ha hecho un reajuste en la ponderación de créditos asignados a los cursos, según la definición de crédito académico dictada por el Consejo Superior Universitario.

En cuanto a cursos optativos, la propuesta sugiere 26 cursos, con aporte de 87 créditos académicos, es decir, 37 cursos y 170 créditos menos que la red vigente en 2015. La ventaja de esta depuración es que ofrece cursos que, según las sesiones, están adecuados a la carrera de Ingeniería Civil, reduciendo la ambigüedad de cursos que no aportaban conocimientos específicos. Además, se han seleccionado cursos de la categoría optativos y se han colocado como obligatorios, tras evaluar la importancia de los mismos.

Tabla XLV. **ACU 13: pènsun propuestu**

PRIMER SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
1	●	101	Matemática Básica 1		7
2	●	017	Social Humanística 1		4
3	●	348	Química General 1		3
4	●	005	Técnicas de Estudio e Investigación		3
5	●	069	Técnica Complementaria 1		3
SEGUNDO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
6	●	103	Matemática Básica 2	101	7

Continuación de la tabla XLV.

7	●	019	Social Humanística 2	017	4
8	●	147	Física Básica	101	5
9	●	352	Química 2	348, 101	4
10	●	071	Técnica Complementaria 2	069	3
<b>TERCER SEMESTRE</b>					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
11	●	028	Ecología	352	3
12	●	107	Matemática Intermedia 1	103	10
13	●	150	Física 1	147, 103	6
14	●	2025	Práctica inicial	103,071,147	0
15	●	201	Instalaciones eléctricas (Civil)	103,147,071	3
1	○	030	Geografía	147	3
2	○	001	Ética Profesional	019	4
<b>CUARTO SEMESTRE</b>					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
16	●	112	Matemática Intermedia 2	107	5
17	●	114	Matemática Intermedia 3	107	5
18	●	080	Topografía 1	107, 071	6
19	●	170	Mecánica Analítica 1	107,150	5
20	●	732	Estadística 1	107,005	5
21	●	450	Geología	028	3

Continuación de la tabla XLV.

3	<input type="radio"/>	474	Introducción a la Ingeniería Petrolera	107, 150	3
QUINTO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
22	<input checked="" type="radio"/>	082	Topografía 2	080	6
23	<input checked="" type="radio"/>	118	Matemática Aplicada 1	112,114	6
24	<input checked="" type="radio"/>	453	Materiales de Construcción 1	450	4
25	<input checked="" type="radio"/>	300	Resistencia de Materiales 1	114,170	4
26	<input checked="" type="radio"/>	250	Mecánica de Fluidos	112,170	4
4	<input type="radio"/>	650	Contabilidad 1	732	3
5	<input type="radio"/>	022	Psicología Industrial	732	3
6	<input type="radio"/>	662	Legislación 1	019,028	3
7	<input type="radio"/>	687	Geología Estructural	450	3
8	<input type="radio"/>	538	Perforación de Pozos 1	450,474	3
9	<input type="radio"/>	478	Petrología	450	3
10	<input type="radio"/>	538	Geofísica	114, 450	3
11	<input type="radio"/>	476	Geología del Petróleo	450	3
SEXTO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
27	<input checked="" type="radio"/>	456	Materiales de Construcción 2	300,453	5
28	<input checked="" type="radio"/>	458	Mecánica de Suelos	300, 450	4
29	<input checked="" type="radio"/>	302	Resistencia de Materiales 2	300	4
30	<input checked="" type="radio"/>	700	Ingeniería Económica 1	118	3

Continuación de la tabla XLV.

31	●	252	Hidráulica	250	4
12	○	084	Topografía 3	082, 118	4
13	○	658	Administración de Personal	022	3
14	○	652	Contabilidad 2	650	3
15	○	664	Legislación 2	662	3
SÉPTIMO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos 2016
32	●	550	Vías terrestres 1	082,458	5
33	●	306	Análisis Estructural	302	4
34	●	314	Concreto Armado 1	302,456	4
35	●	286	Hidráulica de canales	252	4
36	●	254	Hidrología	252,082,732	5
37	●	2036	Práctica Intermedia	2025, 456	0
16	○	258	Máquinas Hidráulicas	252	4
17	○	656	Administración de Empresas 1	658	5
18	○	702	Ingeniería Económica 2	700	3
OCTAVO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerequisite	Créditos 2016
38	●	280	Ingeniería Sanitaria 1	254	4
39	●	282	Ingeniería Sanitaria 2	254	4
40	●	560	Vías Terrestres 2	550, 314	3

Continuación de la tabla XLV.

41	●	316	Concreto Armado 2	314	4
42	●	288	Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental	019, 028, 254, 700	3
43	●	318	Cimentaciones 1	306, 314	3
44	●	7980	Investigación 1	550,306,254, 2036	3
19	○	307	Tipología Estructural	300	3
20	○	262	Aguas Subterráneas	254	3
21	○	173	Análisis Mecánico	170, 306	6
NOVENO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
45	●	320	Cimentaciones 2	318	3
46	●	321	Diseño Estructural 1	306, 316	5
47	●	284	Saneamiento Ambiental	280,282	3
48	●	460	Pavimentos	456,458, 560	3
49	●	706	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	700, 288	4
22	○	580	Ingeniería de Tránsito y Transporte	550	3
23	○	335	Gestión de Desastres	288	3
24	○	256	Obras Hidráulicas	286, 318	3
DÉCIMO SEMESTRE					
Núm.		Código de la asignatura	Asignatura	Código prerrequisito	Créditos 2016
50	●	340	Métodos de construcción y Supervisión de Obras	321	3

Continuación de la tabla XLV.

51	●	332	Puentes	321,320	4
52	●	666	Costos Presupuestos y Avalúos	321, 460, 320	4
53	●	710	Planeamiento	706	3
54	●	323	Diseño estructural 2	321	5
55	●	2037	Práctica Final	2036	0
56a	●	7990	Seminario de Investigación EPS	7980	3
56b	●	7991	Seminario de Investigación Civil	7980	3
25	○	712	Urbanismo	706	3
26	○	708	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	706	4

Fuente: elaboración propia, con información de las reuniones de readecuación curricular.

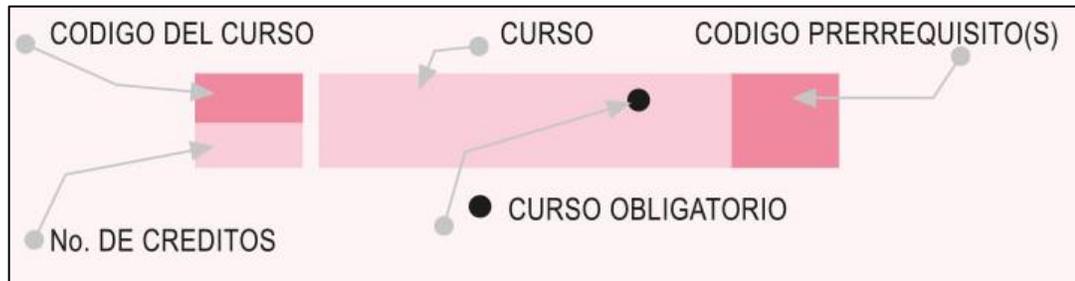
En la tabla XLV se listaron todos los cursos que forman parte de la red curricular propuesta a lo largo de los diez semestres, para optar por el título de Ingeniero Civil. En la columna de código de curso se muestra un círculo relleno para los cursos de categoría obligatoria y un círculo vacío para los de categoría optativa.

En el décimo semestre, los cursos 56a y 56b, están enumerados con la letra a y b respectivamente, ya que se puede optar por Seminario de Investigación de EPS o Seminario de Investigación Civil.

#### 4.17. ACU 14: malla propuesta para la carrera de Ingeniería Civil

El ACU 14 esencialmente consiste en colocar los cursos del pénsum propuesto, es decir, el ACU 13 en forma de red curricular para una mejor visualización de los cursos. Para comprender de forma adecuada el pénsum, en la figura 10 se muestra la interpretación de la nomenclatura utilizada en el mismo.

Figura 13. **Nomenclatura de la malla curricular**



Fuente: *Pénsum de Ingeniería Civil*. [https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria\\_civil.jpg](https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria_civil.jpg). Consulta: 10 de enero de 2016.

En la parte media aparece el nombre del curso y un círculo negro denotará que el curso es obligatorio, de ser optativo dicho círculo no aparecerá y de pertenecer al Área de Diplomado el círculo se cambia por una estrella. Finalmente, en la parte derecha se listan los códigos de los cursos que serán prerrequisito.

La figura 14 muestra el ACU 14 del primer al quinto semestre y en la figura 15 se muestra del sexto al décimo semestre.

Figura 14. ACU 14: malla curricular propuesta del primer al quinto semestre

	1	2	3	4	5
1				080 6 TOPOGRAFIA 1 • 107 071	082 6 TOPOGRAFIA 2 • 080
2					300 4 RESISTENCIA DE MATERIALES 1 • 114 170
3					453 4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 1 • 450
4					250 4 MECANICA DE FLUIDOS • 112 170
5			030 2 GEOGRAFIA • 147		
6	005 3 TÉCNICAS DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN •	019 4 SOCIAL HUMANÍSTICA 2 • 017	200 4 INSTALACIONES ELEC TRICAS • 147 103	112 5 MATE INTERMEDIA 2 • 107	118 6 MATE APLICADA 1 • 112 114
	017 4 SOCIAL HUMANÍSTICA 1 •	103 7 MATE BASICA 2 • 101	107 10 MATE INTERMEDIA 1 • 103	114 5 MATE INTERMEDIA 3 • 107	335 3 GESTION DE DEBASTRES • 450
	101 7 MATE BASICA 1 •	147 5 FISICA BASICA • 101	150 6 FISICA 1 • 101 147		
	348 3 QUIMICA GENERAL 1 •	352 4 QUIMICA 2 •	028 3 ECOLOGIA • 352		
	009 3 TECNICA COMPLEMENTARIA 1 •	021 3 TECNICA COMPLEMENTARIA 2 • 069		170 5 MECANICA ANALITICA 1 • 103 150	
7			001 4 ETICA PROFESIONAL • 019	732 5 ESTADISTICA 1 • 107 005	
				450 3 GEOLOGIA • 028 352	
8				650 3 CONTABILIDAD 1 • 107	
9			2025 4 PRACTICA INICIAL • 107		
10					
	ORIENTACIÓN Y LIDERAZGO TECNICAS DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN		OBLIGATORIO CARNE 2008 EN ADELANTE		

Fuente: Área de Readección Curricular, 2015.

Figura 15. ACU 14: malla curricular propuesta del sexto al décimo semestre

	6	7	8	9	10
1	084 4 TOPOGRAFIA 3 082 118	550 5 VIAS TERRESTRES 1 082 458	560 3 VIAS TERRESTRES 2 550 314	580 3 INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTES 550	
2	302 4 RESISTENCIA DE MATERIALES 2 300	306 4 ANALISIS ESTRUCTURAL 302 314 4 CONCRETO ARMADO 1 302	307 3 TIPOLOGIA ESTRUCTURAL 300 316 4 CONCRETO ARMADO 2 314		332 4 PUENTES 314 318
3	456 5 MATERIALES DE CONSTRUCCION 2 300 453 458 5 MECANICA DE SUELOS 300 450		318 4 CIMENTACIONES 1 300 314	460 4 PAVIMENTOS 456 458 320 3 CIMENTACIONES 2 318	340 3 METODOS DE CONSTRUCCION Y SUPERVISION DE OBRAS
4	252 4 HIDRAULICA 250	254 5 HIDROLOGIA 252 286 5 HIDRAULICA DE CANALES 252 258 4 MAQUINAS HIDRAULICAS 252	262 3 AGUAS SUBTERRANEAS 254		256 3 OBRAS HIDRAULICAS 262
5	700 3 INGENIERIA ECONOMICA 1 732		288 3 INTRODUCCION A LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL 700 028 024		712 3 URBANISMO 017 710 3 PLANEAMIENTO 017 706 666 4 COSTOS PRESUPUESTOS Y AVALUOS 017 706
6					
7			280 3 INGENIERIA SANITARIA 1 254 282 3 INGENIERIA SANITARIA 2 254	284 3 SANEAMIENTO AMBIENTAL 254	
8				658 3 ADMINISTRACION DE PERSONAL	
9		2036 PRACTICA INTERMEDIA 456 2025	Obligatorio a partir del segundo semestre del 2013		2037 PRACTICA FINAL 2036
10			201 3 TECNICAS DE INVESTIGACION 005 118 732	706 4 PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS 1 700 288 202 3 TECNICAS DE INVESTIGACION 2 201	203 3 SEMINARIO DE EPS 202

Fuente: Área de Readecuación Curricular, 2015.

#### 4.18. ACU 15: objetivo general de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

Como propuesta de readecuación curricular, cada departamento actualizó su objetivo general para brindar el servicio a los estudiantes, el mismo se presenta en el formato ACU 15 y se muestra en las tablas XLVI y XLVII, para el Departamento de Hidráulica y Estructuras respectivamente.

Tabla XLVI. **ACU 15: Departamento de Hidráulica**

<b>OBJETIVO GENERAL DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: HIDRÁULICA</b>
Apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil a través del desarrollo de conocimientos y habilidades en el campo de la hidráulica, hidrología, ingeniería sanitaria y ambiental, creando la capacidad de enfrentar y resolver problemas relacionados con la planificación y el diseño de estructuras hidráulicas, como sistemas de conducción y distribución de agua por gravedad, bombeo y superficie libre; sistemas de recolección de aguas negras y pluviales, plantas para el tratamiento de agua dulce, enfatizando en la magnitud del impacto ambiental que estas obras generan.

Fuente: elaboración propia, con información del Departamento de Hidráulica.

Tabla XLVII. **ACU 15: Departamento de Estructuras**

<b>OBJETIVO GENERAL DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: ESTRUCTURAS</b>
Contribuir a la formación del ingeniero civil, para que sea capaz de solucionar de manera eficiente y eficaz los problemas relacionados con el diseño y cálculo de estructuras para la construcción de infraestructura.

Fuente: elaboración propia, con información del Departamento de Estructuras.

**4.19. ACU 16: objetivos específicos de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras.**

Para lograr el objetivo general, el Departamento de Hidráulica reformuló nueve objetivos específicos; mientras que el Departamento de Estructuras se planteó cinco objetivos específicos; ambos se detallan en el ACU 16 y se muestran en la tabla XLVIII para el Departamento de Hidráulica y tabla XLIX para el Departamento de Estructuras.

**Tabla XLVIII. ACU 16: Departamento de Hidráulica**

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: HIDRÁULICA.</b>	
1.	Utilizar las estrategias de enseñanza-aprendizaje apropiadas para transmitir al estudiante de Ingeniería Civil los conocimientos teóricos-prácticos en las áreas de Mecánica de Fluidos, Hidráulica, Hidrología, Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
2.	Desarrollar en el estudiante la capacidad para aplicar los conocimientos para analizar sistemas hidráulicos.
3.	Transmitir los criterios para diseñar hidráulicamente sistemas de conducción a presión y flujo libre.
4.	Lograr en el estudiante de Ingeniería Civil la habilidad para integrar los conocimientos de la hidrología e hidráulica para el diseño de obras hidráulicas.
5.	Inculcar en el estudiante de Ingeniería Civil la utilización de herramientas tecnológicas para el análisis y diseño de proyectos hidráulicos.
6.	Fomentar en el estudiante la capacidad para planear apropiadamente la construcción de obras hidráulicas.
7.	Afianzar en el estudiante los conocimientos teóricos e investigación en forma experimental por medio de prácticas de laboratorio utilizando equipo especial para la simulación de fenómenos hidráulicos, tanto en la Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Hidrología.
8.	Revisar semestralmente las referencias bibliográficas utilizadas en cada curso del Departamento de Hidráulica para asegurar que se provee al estudiante de información actualizada.
9.	Revisar para actualizar periódicamente los contenidos desarrollados en cada curso del Departamento de Hidráulica para cumplir con el objetivo general del mismo.

Continuación de la tabla XLVIII.

10.	Inculcar en el estudiante de Ingeniería Civil la utilización de herramientas tecnológicas para el análisis y diseño de proyectos hidráulicos.
11.	Fomentar en el estudiante la capacidad para planear apropiadamente la construcción de obras hidráulicas.
12.	Afianzar en el estudiante los conocimientos teóricos e investigación en forma experimental por medio de prácticas de laboratorio utilizando equipo especial para la simulación de fenómenos hidráulicos, tanto en la Mecánica de Fluidos, Hidráulica e Hidrología.
13.	Revisar semestralmente las referencias bibliográficas utilizadas en cada curso del Departamento de Hidráulica para asegurar que se provee al estudiante de información actualizada.
14.	Revisar para actualizar periódicamente los contenidos desarrollados en cada curso del Departamento de Hidráulica para cumplir con el objetivo general del mismo.

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Departamento de Hidráulica.

Tabla XLIX. **ACU 16: Departamento de Estructuras**

OBJETIVOS ESPECIFICOS DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: <b>ESTRUCTURAS.</b>	
15.	Utilizar las herramientas educativas apropiadas para consolidar en el estudiante de Ingeniería Civil las competencias básicas, genéricas y específicas propias del departamento de Estructuras, de modo que faciliten su integración profesional en el campo del diseño y construcción de estructuras al contexto nacional.
16.	Promover en el estudiante de Ingeniería Civil, el desarrollo del pensamiento reflexivo, lógico, práctico y analítico, que le permita establecer relaciones, estructurar modelos y plantear soluciones fundamentadas en el conocimiento teórico y práctico adquirido, para su aplicación en el diseño y construcción de estructuras.
17.	Fomentar en el estudiante de Ingeniería Civil, un espíritu crítico, reflexivo e investigativo, orientado a la búsqueda constante del aprendizaje de herramientas tecnológicas, que le faciliten el diseño y construcción de estructuras.
18.	Desarrollar en el estudiante de Ingeniería Civil la capacidad para planear apropiadamente la construcción de estructuras, optimizando los recursos que tenga a su disposición.
19.	Actualizar periódicamente las referencias bibliográficas utilizadas en cada materia del departamento de Estructuras para asegurar que se provee al estudiante de información reciente.

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el Departamento de Estructuras.

#### 4.20. ACU 17: Competencias genéricas de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

Para llenar el formato ACU 17, en consenso con los docentes y el coordinador de cada departamento, se seleccionaron las competencias que contribuyen a formar con cada materia del mismo, resumiéndose en la tabla L para las competencias genéricas formadas por el Departamento de Hidráulica y en la tabla LI para el Departamento de Estructuras.

Tabla L. ACU 17: Departamento de Hidráulica

COMPETENCIAS GENÉRICAS (CG) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: HIDRÁULICA. (CG) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DIS			
Código	COMPETENCIA	SI	NO
CG-1	Capacidad de abstracción análisis y síntesis	X	
CG-2	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	
CG-3	Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión	X	
CG-4	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas	X	
CG-5	Capacidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	X	
CG-6	Capacidad para tomar decisiones	X	
CG-7	Capacidad de trabajo en equipo	X	
CG-8	Capacidad para formular y gestionar proyectos	X	
CG-9	Responsabilidad social y compromiso ciudadano y ético	X	
CG-10	Compromiso con la calidad	X	
CG-11	Habilidad para trabajar en contextos internacionales	X	
CG-12	Capacidad de comunicarse en un segundo idioma	X	
CG-13	Capacidad de comunicación oral y escrita	X	
CG-14	Capacidad de organización y planificación del tiempo	X	
CG-15	Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente	X	
CG-16	Sensibilidad hacia temas del medio ambiente	X	
CG-17	Capacidad de razonamiento crítico y análisis lógico	X	
CG-18	Capacidad de actuar de forma autónoma	X	
CG-19	Capacidad de investigación	X	
CG-20	Capacidad para la creatividad, la innovación y el emprendimiento	X	
CG-21	Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por el Departamento de Hidráulica.

Tabla LI. **ACU 17: Departamento de Estructuras**

COMPETENCIAS GENÉRICAS (CG) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: ESTRUCTURAS.G) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA AS.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CG-1	Capacidad de abstracción análisis y síntesis.	X	
CG-2	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	X	
CG-3	Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.		X
CG-4	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	X	
CG-5	Capacidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.	X	
CG-6	Capacidad para tomar decisiones.	X	
CG-7	Capacidad de trabajo en equipo.	X	
CG-8	Capacidad para formular y gestionar proyectos	X	
CG-9	Responsabilidad social y compromiso ciudadano y ético.	X	
CG-10	Compromiso con la calidad.	X	
CG-11	Habilidad para trabajar en contextos internacionales.	X	
CG-12	Capacidad de comunicarse en un segundo idioma.	X	
CG-13	Capacidad de comunicación oral y escrita.	X	
CG-14	Capacidad de organización y planificación del tiempo.	X	
CG-15	Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.	X	
CG-16	Sensibilidad hacia temas del medio ambiente.		X
CG-17	Capacidad de razonamiento crítico y análisis lógico.	X	
CG-18	Capacidad de actuar de forma autónoma.	X	
CG-19	Capacidad de investigación.	X	
CG-20	Capacidad para la creatividad, la innovación y el emprendimiento	X	
CG-21	Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Departamento de Estructuras.

#### **4.21. ACU 18: competencias específicas de las acciones formativas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras**

La información recopilada en el ACU 18 consistió en seleccionar las competencias específicas que forman el Departamento de Hidráulica y el Departamento de Estructuras. El detalle de estos formatos se muestra en la tabla LII y tabla LIII para cada uno de los departamentos mencionados.

Tabla LII. **ACU 18: Departamento de Hidráulica**

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS (CE) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: HIDRÁULICA			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CE-1	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral.	X	
CE-2	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional.	X	
CE-3	Selecciona, adopta y aplica apropiadamente técnicas, tecnologías y herramientas de Ingeniería Civil buscando el desarrollo social.	X	
CE-4	Planifica obras de infraestructura que mejoren las condiciones sociales, culturales y económicas de la población con respeto hacia sus tradiciones y al ambiente.	X	
CE-5	Administra los recursos humanos, materiales y financieros con ética y eficiencia, para ejecutar procesos de evaluación socioeconómica en su área de trabajo.		X
CE-6	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.	X	
CE-7	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.	X	
CE-8	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.	X	
CE-9	Diseña, programa, construye, opera, evalúa, asesora, supervisa y rehabilita proyectos de Ingeniería Civil de manera eficiente, apegado a normas éticas, ambientales y legales para mejorar la calidad de vida de la sociedad.	X	
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.	X	
CE-11	Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales y de los servicios de Ingeniería Civil respetando la normativa vigente, para el sostenimiento de las obras de infraestructura.	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por docentes del Departamento de Hidráulica.

Tabla LIII. **ACU 18: Departamento de Estructuras**

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS (CE) DE LAS ACCIONES FORMATIVAS DE LA DISCIPLINA: ESTRUCTURAS			
Código	COMPETENCIA	SI	NO
CE-1	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral.	X	
CE-2	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional.	X	
CE-3	Selecciona, adopta y aplica apropiadamente técnicas, tecnologías y herramientas de Ingeniería Civil buscando el desarrollo social.	X	
CE-4	Planifica obras de infraestructura que mejoren las condiciones sociales, culturales y económicas de la población con respeto hacia sus tradiciones y al ambiente.	X	
CE-5	Administra los recursos humanos, materiales y financieros con ética y eficiencia, para ejecutar procesos de evaluación socio-económica en su área de trabajo.		X
CE-6	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.	X	
CE-7	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.	X	
CE-8	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.	X	
CE-9	Diseña, programa, construye, opera, evalúa, asesora, supervisa y rehabilita proyectos de Ingeniería Civil de manera eficiente, apegado a normas éticas, ambientales y legales para mejorar la calidad de vida de la sociedad.	X	
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.	X	
CE-11	Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales y de los servicios de Ingeniería Civil respetando la normativa vigente, para el sostenimiento de las obras de infraestructura.	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por docentes del Departamento de Estructuras.

#### 4.22. ACU 19: contenidos específicos de los cursos de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

El formato ACU 19 es un documento con varias secciones, el cual se consolida por curso. Incluye el nombre del curso, el objetivo general, los objetivos específicos desarrollados, uno por cada unidad de aprendizaje, las competencias genéricas que contribuye a formar cada asignatura, las competencias específicas, el título de las unidades de aprendizaje teórico de la materia en mención, el título de las unidades de aprendizaje práctico, en el caso de se que imparta un laboratorio, y finalmente el desglose de contenido teórico y práctico.

Para mayor comprensión sobre el contenido del formato ACU 19, se muestra el del curso Resistencia de Materiales 1 para estudiantes de ingeniería civil en la tabla LIV y en la tabla LV el que corresponde a Mecánica de Fluidos.

Tabla LIV. **ACU 19: Resistencia de Materiales 1**

Nombre sugerido de la asignatura: Resistencia de Materiales 1 (civil).	
Objetivo general de las acciones formativas en la asignatura:	
•	Adquirir una amplia visión sobre la importancia de la calidad de los materiales, tomando en cuenta su comportamiento mecánico y térmico bajo la acción de cargas.
Objetivos específicos de las acciones formativas en la asignatura:	
1.	Dominar cada uno de los comportamientos mecánicos (tensión, compresión y cortante).
2.	Aprender a calcular deformaciones.
3.	Basarse en figuras geométricas a base de deformaciones para su resolución.
4.	Calcular esfuerzos de torsión debido a momentos torsionantes.
5.	Elaborar diagramas de corte y de momento aplicando diferentes cargas.
6.	Aprender a calcular los diferentes esfuerzos en vigas basándose en los diagramas de corte y momento.

Continuación de la tabla LIV.

Competencias genéricas de las acciones formativas de la asignatura.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CG-1	Capacidad de abstracción análisis y síntesis	X	
CG-2	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	X	
CG-3	Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión	X	
CG-4	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	X	
CG-5	Capacidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación		X
CG-6	Capacidad para tomar decisiones	X	
CG-7	Capacidad de trabajo en equipo		X
CG-8	Capacidad para formular y gestionar proyectos		X
CG-9	Responsabilidad social y compromiso ciudadano y ético	X	
CG-10	Compromiso con la calidad	X	
CG-11	Habilidad para trabajar en contextos internacionales		X
CG-12	Capacidad de comunicarse en un segundo idioma.		X
CG-13	Capacidad de comunicación oral y escrita	X	
CG-14	Capacidad de organización y planificación del tiempo	X	
CG-15	Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente	X	
CG-16	Sensibilidad hacia temas del medio ambiente		X
CG-17	Capacidad de razonamiento crítico y análisis lógico	X	
CG-18	Capacidad de actuar de forma autónoma	X	
CG-19	Capacidad de investigación	X	
CG-20	Capacidad para la creatividad, la innovación y el emprendimiento	X	
CG-21	Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos	X	
Competencias específicas de las acciones formativas de la asignatura.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CE-1	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral	X	
CE-2	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional	X	
CE-3	Selecciona, adopta y aplica apropiadamente técnicas, tecnologías y herramientas de Ingeniería Civil buscando el desarrollo social	X	
CE-4	Planifica obras de infraestructura que mejoren las condiciones sociales, culturales y económicas de la población con respeto hacia sus tradiciones y al ambiente		X
CE-5	Administra los recursos humanos, materiales y financieros con ética y eficiencia, para ejecutar procesos de evaluación socio-económica en su área de trabajo		X

Continuación de la tabla LIV.

Competencias específicas de las acciones formativas de la asignatura.				
Código	COMPETENCIA		Sí	No
CE-6	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.		X	
CE-7	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.		X	
CE-8	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.		X	
CE-9	Diseña, programa, construye, opera, evalúa, asesora, supervisa y rehabilita proyectos de Ingeniería Civil de manera eficiente, apegado a normas éticas, ambientales y legales para mejorar la calidad de vida de la sociedad.			X
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.		X	
CE-11	Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales y de los servicios de Ingeniería Civil respetando la normativa vigente, para el sostenimiento de las obras de infraestructura.		X	
Desglose de las unidades de aprendizaje teórico de la asignatura.				
	Núm.	ACTUAL	Núm.	PROPUESTO
1. Tensión, compresión y cortante	1.1	Introducción a la mecánica o resistencia de materiales	1.1	Introducción a la mecánica o resistencia de materiales
	1.2	Análisis de fuerzas internas.	1.2	Análisis de fuerzas internas
	1.3	Esfuerzo normal (tensión, compresión) y deformación	1.3	Esfuerzo normal (tensión, compresión)
	1.4	Esfuerzo cortante y deformación angular	1.4	Esfuerzo cortante
	1.5	Esfuerzo y cargas permisibles (factores de seguridad)	1.5	Esfuerzo y cargas permisibles (factores de seguridad)
2. Deformación	-	-	2.1	Deformaciones.
	2.1	Diagramas esfuerzo – deformación	2.2	Diagramas esfuerzo – deformación
	2.2	Elasticidad lineal. Ley de Hooke	2.3	Elasticidad lineal. Ley de Hooke
	2.3	Deflexiones de miembros cargados axialmete	2.4	Deflexiones de miembros cargados axialmete
	2.4	Relación de Poisson: estado de deformación biaxial y triaxial	2.5	Relación de Poisson: estado de deformación biaxial y triaxial
	2.5	Diagramas de desplazamiento	2.6	Diagramas de desplazamiento

Continuación de tabla LIV.

Desglose de las unidades de aprendizaje teórico de la asignatura.					
3. Elementos estáticamente indeterminados.	3.1	Estructuras estáticamente indeterminadas. (Método de flexibilidades)	3. Elementos estáticamente indeterminados.	3.1	Estructuras estáticamente indeterminadas. (Método de flexibilidades)
	3.2	Estructuras estáticamente indeterminadas (método de rigideces)		3.2	Estructuras estáticamente indeterminadas (método de rigideces)
	3.3	Esfuerzos de origen térmico.		3.3	Esfuerzos de origen térmico.
4. Torsión.	4.1	Torsión barras circulares (introducción)	4. Esfuerzos por torsión.	4.1	Torsión barras circulares (introducción)
	4.2	Deducción de las fórmulas de torsión		4.2	Deducción de las fórmulas de torsión.
	4.3	Transmisión de potencia mediante ejes		4.3	Transmisión de potencia mediante ejes.
	4.4	Miembros estáticamente indeterminados sujetos a torsión		4.4	Miembros estáticamente indeterminados sujetos a torsión.
5. Fuerza cortante y momento flexionante en vigas.	5.1	Tipos de vigas.	Fuerza cortante y momento flexionante en vigas.	5.1	Tipos de vigas.
	5.2	Fuerza cortante y momento flexionante		5.2	Fuerza cortante y momento flexionante.
	5.3	Diferencia entre fuerza cortante y momento flexionante		5.3	Diferencia entre fuerza cortante y momento flexionante.
	5.4	Diagramas de corte y momento flexionante 5.4.1 Método de ecuaciones 5.4.2 Método de áreas		5.4	Diagramas de corte y momento flexionante: 5.4.1 Método de ecuaciones. 5.4.2 Método de áreas.
6. Esfuerzos en vigas.	6.1	Deducción de la fórmula de flexión	6. Esfuerzos en vigas.	6.1	Deducción de la fórmula de flexión.
	6.2	Formas de sección transversal de vigas		6.2	Formas de sección transversal de vigas.
	6.3	Deducción de la fórmula de esfuerzo cortante en vigas		6.3	Deducción de la fórmula de esfuerzo cortante en vigas.
	6.4	Diseño por flexión y corte		6.4	Diseño por flexión y corte.
	6.5	Vigas armadas (soldadura: espaciamiento de remaches, clavos)		6.5	-

Continuación de tabla LIV.

	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
1. Tensión en materiales dúctiles y frágiles	1.1	<p>Material dúctil:                      Gráfica esfuerzo nominal deformación de datos tabulados.                      Gráfica de esfuerzo real – deformación de datos tabulados.                      Elongaciones.                      Deformaciones unitarias.                      Esfuerzos.                      Límite elástico proporcional.                      El módulo de Young (E).                      Límite elástico aparente de Johnson. Límite de fluencia.                      El esfuerzo de cedencia convencional y su <math>\epsilon_{pc}</math>.                      El módulo de Young (E) para la deformación del 0.1%                      El módulo de resiliencia.                      El esfuerzo máximo.                      El esfuerzo de ruptura.                      Módulo de tenacidad nominal y real. Módulo de Poisson.                      El módulo de rigidez.                      Porcentaje reducido de área.                      Porcentaje de alargamiento final.                      Esfuerzo de cedencia.                      Esfuerzo máximo.                      Esfuerzo de ruptura.</p>	1. Tensión en materiales dúctiles y frágiles	1.1	<p>Material dúctil:                      Gráfica esfuerzo nominal – deformación unitaria.                      Gráfica esfuerzo real – deformación unitaria.                      Elongación.                      Deformación unitaria.                      Esfuerzo de tensión (nominal y real).                      Límite elástico proporcional.                      Módulo de Young.                      Límite elástico aparente de Johnson.                      Límite de fluencia.                      Esfuerzo de cedencia convencional.                      Módulo de resiliencia.                      Esfuerzo máximo.                      Esfuerzo de ruptura.                      Módulo de tenacidad.                      Módulo de Poisson.                      Módulo de rigidez.                      Porcentaje de reducción de área.                      Elongación final.</p>
	1.2	<p>Material frágil:                      Norma ASTM C-190.                      Dimensiones del área de ruptura del material frágil.                      Esfuerzo último del material frágil.</p>		1.2	<p>Material frágil:                      (Norma ASTM C-190)                      Esfuerzo último.</p>
2. Compresión en materiales dúctiles y frágiles	2.1	<p>Material dúctil:                      Norma ASTM E-9.                      Reducción.                      Deformación unitaria.                      Gráfica esfuerzo nominal-deformación de datos tabulados.                      Esfuerzo nominal.                      Límite elástico proporcional.                      Esfuerzo de cedencia convencional y su <math>\epsilon_{pc}</math>.                      Módulo de Young (E).                      Módulo de resiliencia.                      Módulo de Poisson.                      Módulo de rigidez.                      Esfuerzo último.</p>	2. Deformaciones mecánicas	2.1	<p>Material dúctil:                      (Norma ASTM E-9)                      Reducción de longitud.                      Deformación unitaria.                      Esfuerzo de compresión.                      Gráfica del esfuerzo de compresión – deformación unitaria.                      Límite elástico proporcional.                      Esfuerzo de cedencia convencional.                      Módulo de Young.                      Módulo de resiliencia.                      Módulo de Poisson.                      Módulo de rigidez.</p>

Continuación de la tabla LIV.

	2.2	Material frágil: Norma ASTM C-39, C-469. Reducciones. Deformaciones unitarias. Gráficas esfuerzo nominal – deformación (transversal y longitudinal) Límite elástico proporcional.		2.2	Material frágil: (Norma ASTM C39) Reducción de longitud. Aumento de sección transversal. Deformación unitaria (longitudinal y transversal) Esfuerzo de compresión. Gráfica esfuerzo deformación unitaria.
	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
2. Compresión en materiales dúctiles y frágiles	2.2	Módulo de Young (E) y el módulo de Poissson. Módulo de resiliencia hasta S <sub>2</sub> . Módulo de elasticidad en corte. Esfuerzo último a compresión. Reportar datos de deformaciones y sus respectivas reducciones.	2. Deformaciones mecánicas	2.2	Gráfica esfuerzo deformación unitaria transversal. Límite elástico proporcional. Módulo de Young y Poisson (Norma ASTM C-469) Módulo de resiliencia, módulo de elasticidad en corte. Esfuerzo último.
	2.3	Prueba por hendido: Norma ASTM C-496 Esfuerzo inducido de tensión. La relación entre el esfuerzo último a compresión y el esfuerzo de tensión.		2.3	Prueba por hendido. (Norma ASTM C-496) Esfuerzo inducido de tensión.
3. Corte y Torsión	3.1	Prisma de concreto: Carga a primera falla. Carga última. Esfuerzo en corte directo.	3. Torsión	3.1	Material frágil (prisma de concreto) Flamdeo. Corte directo.
	3.2	Madera a corte directo: ASTM D-143 Esfuerzo en corte directo.		3.2	Madera a corte directo. (Norma ASTM D-143) Esfuerzo de corte directo.
	3.3	Tornillos a corte: Esfuerzo en corte directo.		3.3	Tornillos a corte. Esfuerzo en corte directo.
	3.4	Ensayo a torsión del acero: Deformación angular. Deformación unitaria angular. Esfuerzo de corte. Gráfica esfuerzo de corte versus deformación unitaria angular. Valores del límite elástico proporcional. Resistencia a la cedencia en corte. Módulo de elasticidad en corte. Módulo de resiliencia. Módulo de Young.		3.4	Ensayo a torsión del acero: Deformación angular. Deformación unitaria angular. Esfuerzo de corte. Gráfica de esfuerzo cortante – deformación unitaria angular. Límite elástico proporcional. Resistencia a la cedencia en corte. Módulo de elasticidad en corte. Módulo de resiliencia. Módulo de Young.

Continuación de la tabla LIV.

	3.5	Madera: Deformación angular. Deformación unitaria angular. Esfuerzo de corte. Gráfica esfuerzo de corte versus deformación unitaria angular. Valores del límite elástico proporcional. Valores del punto cedente para una deformación unitaria angular de 0,05 del origen. Módulo de elasticidad en corte. Módulo de resiliencia.		3.5	Ensayo a torsión en madera: Deformación angular. Deformación unitaria angular. Esfuerzo en corte. Gráfica de esfuerzo cortante – deformación unitaria angular. Límite elástico proporcional. Punto cedente. Módulo de elasticidad en corte. Módulo de resiliencia.
	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
4. Flexión en vigas.	4.1	Flexión en vigas: Norma ASTM E-855. Diagrama de corte y momento. Momento máximo. Mf, utilice teorema de Thales para el caso. Esfuerzos flexionantes teóricos. Porcentaje de error (%E) entre los esfuerzos teóricos y experimentales. El módulo de ruptura en flexión. La deflexión máxima producida por la carga (en mm) Cálculo de momentos estáticos. Esfuerzos de corte a flexión para cada carga. Gráfica de esfuerzo de flexión versus No. De galgas. Gráfica distancia de galgas versus esfuerzo teórico y experimental.	4. Flexión en vigas y esfuerzos en vigas.	4.1	Flexión en vigas (Normas ASTM E-855): Diagrama de corte y momento. Momento máximo. Esfuerzos flexionantes teóricos. Esfuerzos flexionantes experimentales. Módulo de ruptura. Deflexión máxima. Momento estático. Esfuerzo de corte en flexión. Gráfica de esfuerzos flexionantes. Gráfica de esfuerzos cortantes.

Fuente: elaboración propia, con información de las reuniones de readecuación curricular.

Tabla LV. **ACU 19: Mecánica de Fluidos**

Nombre sugerido de la asignatura: Mecánica de Fluidos.			
Objetivo general de las acciones formativas en la asignatura:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporcionar al estudiante los conocimientos teórico-prácticos básicos de la mecánica de los fluidos, para utilizarlos en la solución de problemas relacionados con ellos y a la vez, que el conocimiento le permita continuar cursos de las diferentes especialidades de la Ingeniería, para las cuales este curso es prerrequisito</li> </ul>			
Objetivos específicos de las acciones formativas en la asignatura:			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Presentar al estudiante la aplicación de los principales sistemas de unidades de medida utilizados en ingeniería, así como los conceptos generales para el estudio de la mecánica de fluidos.</li> <li>Definir el concepto de fluido, tipos de fluido, sus propiedades y aplicaciones.</li> <li>Aplicar los principios de hidrostática en el cálculo y medición de la presión hidrostática, fuerzas en superficies planas y curvas, así como el estudio de la estabilidad de cuerpos flotantes.</li> <li>Definir las características y condiciones de movimiento de los fluidos para facilitar el análisis del movimiento de los fluidos en diversos sistemas físicos.</li> <li>Presentar el concepto de conservación de la masa y conservación de la energía, sus aplicaciones en la resolución de sistemas de conducción básica de fluidos.</li> <li>Introducir el concepto de cantidad de movimiento y su aplicación en la resolución de problemas relacionados.</li> </ol>			
Competencias genéricas de las acciones formativas de la asignatura.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CG-1	Capacidad de abstracción análisis y síntesis.	X	
CG-2	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	X	
CG-3	Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.	X	
CG-4	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.	X	
CG-5	Capacidad en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.	X	
CG-6	Capacidad para tomar decisiones.	X	
CG-7	Capacidad de trabajo en equipo.	X	
CG-8	Capacidad para formular y gestionar proyectos		X
CG-9	Responsabilidad social y compromiso ciudadano y ético.		X
CG-10	Compromiso con la calidad.		X
CG-11	Habilidad para trabajar en contextos internacionales.		X
CG-12	Capacidad de comunicarse en un segundo idioma.		X
CG-13	Capacidad de comunicación oral y escrita.	X	
CG-14	Capacidad de organización y planificación del tiempo.	X	
CG-15	Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.	X	
CG-16	Sensibilidad hacia temas del medio ambiente.		X
CG-17	Capacidad de razonamiento crítico y análisis lógico.	X	

Continuación de la tabla LV.

Competencias genéricas de las acciones formativas de la asignatura.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CG-18	Capacidad de actuar de forma autónoma.	X	
CG-19	Capacidad de investigación.	X	
CG-20	Capacidad para la creatividad, la innovación y el emprendimiento	X	
CG-21	Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos		X
Competencias específicas de las acciones formativas de la asignatura.			
Código	COMPETENCIA	SÍ	NO
CE-1	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral.	X	
CE-2	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional.	X	
CE-3	Selecciona, adopta y aplica apropiadamente técnicas, tecnologías y herramientas de Ingeniería Civil buscando el desarrollo social.		X
CE-4	Planifica obras de infraestructura que mejoren las condiciones sociales, culturales y económicas de la población con respeto hacia sus tradiciones y al ambiente.		X
CE-5	Administra los recursos humanos, materiales y financieros con ética y eficiencia, para ejecutar procesos de evaluación socioeconómica en su área de trabajo.		X
CE-6	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.	X	
CE-7	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.	X	
CE-8	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.	X	
CE-9	Diseña, programa, construye, opera, evalúa, asesora, supervisa y rehabilita proyectos de Ingeniería Civil de manera eficiente, apegado a normas éticas, ambientales y legales para mejorar la calidad de vida de la sociedad.		X
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.	X	
CE-11	Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales y de los servicios de Ingeniería Civil respetando la normativa vigente, para el sostenimiento de las obras de infraestructura.		X

Continuación de la tabla LV.

	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
1. Introducción	1.1	Definición de Mecánica de Fluidos.	1. Introducción		Definición de Mecánica de Fluidos.
	1.2	Relación de la Mecánica de Fluidos con otras disciplinas de la ingeniería.			Relación de la Mecánica de Fluidos con otras disciplinas de la ingeniería.
	1.3	Dimensiones, unidades y factores de conversión.			Dimensiones, unidades y factores de conversión.
2. Definición y propiedades de los fluidos	2.1	Definición de fluido.	2. Definición y propiedades de los fluidos	2.1	Definición de fluido.
	2.2	Propiedades de los fluidos.		2.2	Propiedades de los fluidos.
	2.3	Densidad, peso específico, presión y viscosidad.		2.3	Densidad, peso específico, gravedad específica, volumen específico, viscosidad cinemática y absoluta, presión de vapor.
				2.4	Ley de la viscosidad de Newton.
	2.4	Módulo de elasticidad, tensión superficial y presión de vapor.		2.5	Módulo de elasticidad, tensión superficial.
	2.5	El gas perfecto.		2.6	El gas perfecto.
	2.6	Fluido ideal.		2.7	Fluido ideal.
		2.8	Aplicaciones.		
3. Hidrostática	3.1	Propiedades de la presión.	3. Hidrostática	3.1	Concepto de presión.
	3.2	Ecuación fundamental de la hidrostática.		3.2	Ecuación fundamental de la hidrostática.
	3.3	Medida de la presión.		3.3	Presión hidrostática, unidades de medida.
	3.4	Presión absoluta y relativa. Manómetros.		3.4	Propiedades de la presión hidrostática.
4. Aerostática	4.1	Fuerzas sobre superficies planas sumergidas.		3.5	Presión atmosférica.
	4.2	Fuerzas sobre superficies curvas sumergidas.		3.6	Medición de la presión hidrostática: 3.6.1 Manómetros mecánicos, simples y diferenciales.
	4.3	Fuerzas sobre cuerpos sumergidos. (Se eliminó en el propuesto)		3.7	Fuerzas sobre superficies planas sumergidas.
	4.4	Estabilidad de cuerpos flotantes.		3.8	Fuerzas sobre superficies curvas sumergidas.
		-		3.9	Estabilidad de cuerpos flotantes.

Continuación de la tabla LV.

	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
5. Cinemática de los fluidos	5.1	Concepto de volumen de control.	4. Cinemática de los fluidos	4.1	Definición de cinemática.
	5.2	Tipos de flujo: 5.2.1 Laminar y turbulento. 5.2.2 Permanente (estacionario) y no Permanente. 5.2.3 Uniforme y no uniforme (variado) 5.2.4 Uni, bi y tri-dimensional. 5.3.5 Subcrítico, crítico y supercrítico.		4.2	Concepto de volumen de control.
6. Dinámica de los fluidos	6.1	Líneas y tubos de corriente.	5. Dinámica de los fluidos	5.1	Líneas y tubos de corriente.
	6.2	Conservación de la masa: ecuación de continuidad.		5.2	Conservación de la masa: ecuación de continuidad.
	6.3	Aplicaciones de la ecuación de continuidad.		5.3	Aplicaciones de la ecuación de continuidad.
	6.4	Conservación de la energía: primera ley de la termodinámica.		5.4	Conservación de la energía: primera ley de la termodinámica.
	6.5	Tipos de energía.		5.5	Tipos de energía.
	6.6	Ecuación de Bernoulli.		5.6	Factor de corrección de la energía cinética.
	6.7	Ecuación general de la energía.		5.7	Ecuación general de la energía.
	6.8	Líneas de energía y gradiente hidráulico.		5.8	Ecuación de Bernoulli.
	6.9	Factor de corrección de la energía cinética.			El inciso 6.9 de la columna actual pasó a ser el inciso 5.6 en lo propuesto.
	6.10	Aplicaciones de la ecuación de la energía.		5.9	Línea de energía piezométrica y línea de energía total.
		-		5.10	Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli.
7.1	7.1	Derivación de la ecuación de cantidad de movimiento.	6.1	6.1	Derivación de la ecuación de cantidad de movimiento.
	7.2	Aplicaciones.		6.2	Aplicaciones.

Continuación de la Tabla LV.

Desglose de las unidades de aprendizaje práctico de la asignatura.					
	Núm.	ACTUAL		Núm.	PROPUESTO
1. Propiedades básicas de los fluidos	1.1	Determinar la densidad, peso específico, densidad relativa y el volumen específico, de tres líquidos usando manómetros diferenciales.	1. Propiedades básicas de los fluidos	1.1	Determinar la densidad, peso específico, densidad relativa y el volumen específico, de tres líquidos usando manómetros diferenciales.
	1.2	Aplicar conceptos de hidrostática.		1.2	Aplicar conceptos de hidrostática.
2. Principio de empuje y estabilidad	2.1	Establecer las condiciones de estabilidad para un cuerpo flotante.	2. Principio de empuje y estabilidad	2.1	Establecer las condiciones de estabilidad para un cuerpo flotante.
	2.2	Determinar la altura metacéntrica en forma teórica y experimental de un cuerpo flotante.		2.2	Determinar la altura metacéntrica en forma teórica y experimental de un cuerpo flotante.
	2.3	Demostrar que la altura metacéntrica permanece constante para pequeños ángulos de rotación en un cuerpo flotante.		2.3	Demostrar que la altura metacéntrica permanece constante para pequeños ángulos de rotación en un cuerpo flotante.
3. Comprobación del teorema de Bernoulli	3.1	Comprobar experimentalmente la validez de la ecuación de Bernoulli.	3. Comprobación del teorema de Bernoulli	3.1	Comprobar experimentalmente la validez de la ecuación de Bernoulli.
	3.2	Determinar las transformaciones de energía cinética en energía de presión y viceversa.		3.2	Determinar las transformaciones de energía cinética en energía de presión y viceversa.
	3.3	Evaluar el comportamiento de la presión dinámica a lo largo de una tubería de sección variable.		3.3	Evaluar el comportamiento de la presión dinámica a lo largo de una tubería de sección variable.
	3.4	Evaluar el comportamiento de la velocidad a lo largo de una tubería de sección variable.		3.4	Evaluar el comportamiento de la velocidad a lo largo de una tubería de sección variable.
4 Medidores de flujo de fluidos en conductores cerrados: venturímetro	4.1	Determinar experimentalmente el caudal con un venturímetro.	4 Medidores de flujo de fluidos en conductores cerrados: venturímetro	4.1	Determinar experimentalmente el caudal con un venturímetro.
	4.2	Dibujar la curva de caudales del venturímetro.		4.2	Dibujar la curva de caudales del venturímetro.
	4.3	Obtener el coeficiente de descarga (caudal) para la calibración del venturímetro.		4.3	Obtener el coeficiente de descarga (caudal) para la calibración del venturímetro.
	4.4	Obtener la ecuación empírica para la descarga del venturímetro a ensayar.		4.4	Obtener la ecuación empírica para la descarga del venturímetro a ensayar.

Continuación de la tabla LV.

	Núm.	Actual		Núm.	Propuesto
5. Vertederos de pared delgada.	5.1	Conocer las leyes teóricas que regulan el flujo de una corriente con superficie libre a través de un vertedero y sus limitaciones en el mundo real.	5. Vertederos de pared delgada.	5.1	Conocer las leyes teóricas que regulan el flujo de una corriente con superficie libre a través de un vertedero y sus limitaciones en el mundo real.
	5.2	Dibujar la curva de descarga de un vertedor tipo triangular.		5.2	Dibujar la curva de descarga de un vertedor tipo triangular.
6. Pérdidas de energía por fricción.	6.1	Conocer la naturaleza de las pérdidas de energía que sufre el flujo en un conducto debido a la fricción y la fórmula práctica para el cálculo de las mismas.	6. Pérdidas de energía por fricción.	6.1	Conocer la naturaleza de las pérdidas de energía que sufre el flujo en un conducto debido a la fricción y la fórmula práctica para el cálculo de las mismas.
	6.2	Determinar experimentalmente el factor de proporcionalidad entre la pérdida de energía por fricción y la energía cinética del flujo.		6.2	Determinar experimentalmente el factor de proporcionalidad entre la pérdida de energía por fricción y la energía cinética del flujo.
	6.3	Conocer otro medidor de flujo para tuberías utilizado en el medio.		6.3	Conocer otro medidor de flujo para tuberías utilizado en el medio.

Fuente: elaboración propia, con información de las reuniones de readecuación curricular.

#### 4.23. ACU 20: actividades formativas de enseñanza aprendizaje de las asignaturas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

El formato denominado ACU 20 muestra la metodología docente que se utilizará en cada curso impartido por los departamentos de la Escuela de Ingeniería Civil. Este cuadro enlista diez posibles metodologías que pueden realizarse a través de las siguientes actividades: clase teórica, clase práctica de problemas, seminario de problemas y otras actividades de seminario cooperativo, prácticas en aula de informática, visitas a empresas e instalaciones, práctica en laboratorio de ensayos, exposición de trabajos e informes en grupo, preparación de trabajos e informes individuales, estudio e investigación bibliográfica, tutorías individuales y de grupo.

Además, según la tabla LVI que corresponde al ACU 20 del curso de Resistencia de Materiales 1 para estudiantes de Ingeniería Civil, se detalla la modalidad en la que pueden desarrollarse las actividades, es decir, puede ser presencial en grupo grande o pequeño, o no presencial.

Otra característica que especifica es cuál será el rol del profesor y cuál el del estudiante, dicho de otro modo, instruye brevemente al docente y al estudiante para que las metodologías utilizadas sean aprovechadas al máximo y cada quién advierta cuál es su deber para una mejor comprensión del tema desarrollado bajo dicha metodología.

Finalmente, en las últimas columnas se selecciona si aplica o no en el curso cada una de las actividades. En la tabla LVII se muestra el ACU 20 correspondiente al curso de Mecánica de Fluidos.

Tabla LVI. ACU 20: Resistencia de Materiales 1 (civil)

Núm.	METODOLOGÍA	MODALIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DEL		SI	NO
				PROFESOR	ESTUDIANTE		
1.	Exposición verbal	Presencial en grupo grande	Clase teórica.	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>PRESENCIAL:</u> escucha comprende, toma apuntes, pregunta o responde inquietudes del profesor.  <u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la asignatura.	X	
2.	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas	Presencial en grupo grande	Clase práctica de problemas.	Se resolverán problemas tipo y se analizarán problemas de casos prácticos usando hojas de trabajo. Se enfatizará el trabajo en el planteamiento de los métodos de resolución. Se supondrán problemas o casos prácticos similares para que los alumnos los resuelvan individualmente o por parejas siendo guiados por el profesor.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa. Resolución de ejercicios y planteamiento de dudas.  <u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la asignatura y resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	X	
3	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas.	Presencial en grupos pequeños.	Seminario de problemas y otras actividades de seminario cooperativo.	Se resolverán problemas, los alumnos, trabajan en grupo para la resolución de los problemas propuestos, se resuelven dudas y se acaran conceptos.	<u>PRESENCIAL:</u> resolución de problemas por grupo. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas. Puesta en común del trabajo realizado.	X	

Continuación de la tabla LVI.

4	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas.	Presencial en grupo grande.	Prácticas en aula de informática.	Se aplicará la teoría impartida en cada tema a un caso práctico resuelto mediante programas informáticos.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa, práctica de software.  <u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de software.		X
5	Estudio de casos de interrelación con la realidad empresarial.	Presencial en grupo grande.	Visita a empresas e instalaciones.	Se realizarán visitas guiadas a empresas e instalaciones en las que el alumno conseguirá interrelacionar la asignatura con la actividad empresarial.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa, planteamiento de dudas.		X
6	Fijación de conocimientos mediante el diseño de proyectos, trabajos monográficos o de investigación.	Presencial en grupos de acuerdo a normas y procedimientos.	Práctica en laboratorio de ensayos.	Se explicarán procedimientos de ensayos para fijar conocimientos, acciones de seguridad en el trabajo de ensayos repetitivos y se supervisará el desarrollo de los ensayos.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa en la toma, análisis y discusión de datos experimentales para calcular los distintos parámetros y preparación de la memoria técnica del desarrollo de la práctica.	X	
7	Estudio de casos y fijación de conocimientos actuando en grupo.	Presencial en grupos pequeños.	Exposición de trabajos e informes en grupo.	Mediante estas sesiones se pretende que los alumnos adquieran habilidades y destreza de exposición y de redacción de acuerdo a marco normativo.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa en la elaboración de los informes y en la exposición de los mismos.		X
8	Estudio de casos y fijación de conocimientos actuando individualmente.	No presencial complementaria (trabajo autónomo)	Preparación de trabajos e informes individuales.	Se plantea la redacción de informes individuales de acuerdo a normas y procedimientos. Se enfatizará en el trabajo, en el planteamiento de su resolución y en la presentación. Los estudiantes resolverán individualmente.	<u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la materia, resolución del contenido del informe propuesto por el profesor siguiendo criterios de calidad establecidos.	X	

Continuación de la tabla LVI.

9	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas y cognitivas.	No presencial individual (trabajo autónomo)	Estudio individual e investigación bibliográfica.	Utilizando las técnicas de aprendizaje, los alumnos estudiarán, discutirán y resolverán las dudas que les puedan surgir de forma individual algunas dudas las resolverán buscando material por investigación bibliográfica.	<u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la materia.	X	
10	Discusión.	Presencial individual o en grupo.	Tutorías individuales y de grupo.	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes individual y por grupos, y motivación por el aprendizaje.	<u>PRESENCIAL:</u> planteamiento de dudas en horario de tutorías. <u>NO PRESENCIAL:</u> planteamiento de dudas por correo electrónico u otros mecanismos de comunicación.	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Estructuras.

Tabla LVII. **ACU 20: Mecánica de Fluidos**

Núm.	METODOLOGÍA	MODALIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DEL			
				PROFESOR	ESTUDIANTE	SÍ	NO
1.	Exposición verbal.	Presencial en grupo grande.	Clase teórica.	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<p><u>PRESENCIAL:</u> escucha comprende, toma apuntes, pregunta o responde inquietudes del profesor.</p> <p><u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la asignatura.</p>	X	
2.	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas.	Presencial en grupo grande.	Clase práctica de problemas.	Se resolverán problemas tipo y se analizarán problemas de casos prácticos usando hojas de trabajo. Se enfatizará el trabajo en el planteamiento de los métodos de resolución. Se supondrán problemas o casos prácticos similares para que los alumnos los resuelvan individualmente o por parejas siendo guiados por el profesor.	<p><u>PRESENCIAL:</u> participación activa. Resolución de ejercicios y planteamiento de dudas.</p> <p><u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la asignatura y resolución de ejercicios propuestos por el profesor.</p>	X	
3	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas.	Presencial en grupos pequeños.	Seminario de problemas y otras actividades de seminario cooperativo.	Se resolverán problemas, los alumnos, trabajan en grupo para la resolución de los problemas propuestos, se resuelven dudas y se aclaran conceptos.	<p><u>PRESENCIAL:</u> resolución de problemas por grupo. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas. Puesta en común del trabajo realizado.</p>	X	

Continuación de la tabla LVII.

4	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas.	Presencial en grupo grande.	Prácticas en aula de informática.	Se aplicará la teoría impartida en cada tema a un caso práctico resuelto mediante programas informáticos.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa, práctica de software.  <u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de software.		X
5	Estudio de casos de interrelación con la realidad empresarial.	Presencial en grupo grande.	Visita a empresas e instalaciones.	Se realizarán visitas guiadas a empresas e instalaciones en las que el alumno conseguirá interrelacionar la asignatura con la actividad empresarial.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa, planteamiento de dudas.		X
6	Fijación de conocimientos mediante el diseño de proyectos, trabajos monográficos o de investigación.	Presencial en grupos de acuerdo a normas y procedimientos.	Práctica en laboratorio de ensayos.	Se explicarán procedimientos de ensayos para fijar conocimientos, acciones de seguridad en el trabajo de ensayos repetitivos y se supervisará el desarrollo de los ensayos.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa en la toma, análisis y discusión de datos experimentales para calcular los distintos parámetros y preparación de la memoria técnica del desarrollo de la práctica.	X	
7	Estudio de casos y fijación de conocimientos actuando en grupo.	Presencial en grupos pequeños.	Exposición de trabajos e informes en grupo.	Mediante estas sesiones se pretende que los alumnos adquieran habilidades y destreza de exposición y de redacción de acuerdo a marco normativo.	<u>PRESENCIAL:</u> participación activa en la elaboración de los informes y en la exposición de los mismos.	X	
8	Estudio de casos y fijación de conocimientos actuando individualmente.	No presencial complementaria (trabajo autónomo)	Preparación de trabajos e informes individuales.	Se plantea la redacción de informes individuales de acuerdo a normas y procedimientos. Se enfatizará en el trabajo, en el planteamiento de su resolución y en la presentación. Los alumnos lo resolverán individualmente.	<u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la materia, resolución del contenido del informe propuesto por el profesor siguiendo criterios de calidad establecidos.	X	

Continuación de la tabla LVII.

9	Solución de problemas, estudio de casos y otras aplicaciones prácticas y cognitivas.	No presencial individual (trabajo autónomo)	Estudio individual e investigación bibliográfica.	Utilizando las técnicas de aprendizaje, los alumnos estudiarán, discutirán y resolverán las dudas que les puedan surgir de forma individual algunas dudas las resolverán buscando material por investigación bibliográfica.	<u>NO PRESENCIAL:</u> estudio de la materia.	X	
10	Discusión.	Presencial individual o en grupo.	Tutorías individuales y de grupo.	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes individual y por grupos, y motivación por el aprendizaje.	<u>PRESENCIAL:</u> planteamiento de dudas en horario de tutorías.  <u>NO PRESENCIAL:</u> planteamiento de dudas por correo electrónico u otros mecanismos de comunicación.	X	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Estructuras.

#### 4.24. ACU 21: técnicas de evaluación de las asignaturas de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

La información que muestra el ACU 21 consiste en la selección de los instrumentos que se utilizarán para evaluar el rendimiento del estudiante en cada curso. Este formato enumera once herramientas, las cuales son:

- Prueba escrita individual teórica o examen escrito parcial.
- Prueba escrita individual práctica o examen escrito parcial.
- Ensayos libres por escrito.

- Ensayo libre oral.
- Prueba escrita cognitiva de ensayo libre o examen corto.
- Seminario de problemas
- Problemas y tareas propuestas.
- Informe de prácticas por visitas técnicas guiadas a empresas e instalaciones.
- Informe de prácticas.
- Investigación individual o en grupo.
- Modelos físicos o modelos obtenidos con ayuda de software.

De la lista de técnicas de evaluación presentada anteriormente, queda a discreción del docente seleccionar cuales de estas utilizará para que el estudiante las realice y acumule el 75 % de zona estipulado en el Artículo 52, título XII del *Normativo de evaluación y promoción de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería*.

Según la tabla LVIII, en la tercera columna contiene una descripción del instrumento de evaluación, también indica qué capacidades se evalúan en el estudiante, de esta manera se tendrá claridad en los criterios para ponderar su desenvolvimiento a lo largo de la realización de la evaluación.

La cuarta columna del ACU 21 es un apartado para colocar el indicador que se utilizará para medir el desempeño de la prueba. En la quinta columna se indica la ponderación máxima que se le asignará a cada instrumento. Para finalizar, este formato presenta apartados para colocar las competencias genéricas y específicas que se evaluarán con el instrumento que corresponda, así como los objetivos de aprendizaje que se evaluarán.

Tabla LVIII. ACU 21: Resistencia de Materiales 1 (civil)

Núm.	Instrumentos	Descripción	Indicador	Ponderación	COMPETENCIAS		OBJETIVOS		
					Genéricas evaluadas	Específicas evaluadas	De aprendizaje evaluados	Si	No
1	Prueba escrita individual teórica (Examen escrito parcial)	<u>CUESTIONES TEÓRICAS Y EJERCICIOS TEÓRICO-PRÁCTICOS:</u> Entre 10 y 20 cuestiones teóricas tipo test, de breve respuesta o acompañadas de una aplicación numérica. Estas cuestiones se orientan a conceptos, desarrollo de un tema o aplicación de un concepto. Se evalúan los conocimientos teóricos.	Núm. de exámenes aprobados.		CG-04	CE-01 CE-02	1 al 6	X	
2	Prueba escrita individual práctica (Examen escrito parcial)	<u>PROBLEMAS:</u> Prueba basada en la solución de 1 a 4 problemas o cuestiones de media o larga extensión sobre un supuesto práctico. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicación práctica de los conocimientos teóricos.	Núm. de exámenes aprobados.		CG-04	CE-01 CE-02	1 al 6	X	
3	Ensayos libres por escrito.	El alumno tiene un tiempo y un espacio para organizar su respuesta, de modo que el profesor puede valorar con más profundidad la capacidad de análisis y síntesis a la hora de relacionar los contenidos conceptuales y procedimentales que se demandan en forma escrita. Podemos acceder a evaluar criterios relacionados con la creatividad o las aportaciones personales de cada alumno. Hay que construir una escala que permita calificar en función de la cantidad de elementos conceptuales expresados en el papel.		-					X

Continuación de la tabla LVIII.

4	Ensayo libre oral.	El profesor puede valorar la capacidad de análisis y síntesis al relacionar los contenidos y la capacidad lingüística del alumno. Hay que construir una escala que permita calificar en función de la cantidad de elementos conceptuales expresados en su presencia oral.		-					X
5	Prueba escrita cognitiva de ensayo libre (examen corto)	Prueba basada en cuestiones teóricas o soluciones de 1 o 2 problemas sobre la capacidad de aplicación práctica de los conocimientos teóricos. Se diferencia de otras por su corta duración. Son pruebas de control realizadas en clase para evaluación formativa a través del tiempo.	Núm. de exámenes cortos.		CG-04	CE-01 CE-02	1 al 6	X	
6	Seminario de problemas.	Se realizarán sesiones de seminario de problemas. Los alumnos trabajando en equipo discuten y resuelven una serie de problemas planteados por el profesor. Se evalúa el procedimiento, la capacidad de trabajo en grupo y la resolución. El estudiante entrega hojas de trabajo.		-					X
7	Problemas y tareas propuestas.	Resolución no presencial de problemas o tareas para presentar individualmente o en grupo.	Núm. de tareas que el estudiante resuelve correctamente		CG-01 CG-02 CG-03 CG-04	CE-01 CE-02 CE-03	1 al 6	X	
8	Informe de prácticas: visitas técnicas guiadas a empresas e instalaciones.	Los alumnos, trabajando en forma individual y en equipo, resolverán informes derivados de las visitas técnicas a empresas e instalaciones. Se evalúa el procedimiento, la adaptación a normas y la resolución.		-					X

Continuación de la tabla LVIII.

9	Informe de prácticas.	Los alumnos, trabajando en forma individual y en equipo resolverán informes derivados de los ensayos repetitivos para fijar conocimientos realizados en instalaciones de laboratorio. Se evalúa el procedimiento, la adaptación a normas, la resolución y la presentación. El estudiante lo presenta como informe de prácticas, informe de laboratorio o bien como reporte.			LABORATORIO			X	
10	Investigación individual o en grupo.	Se propondrá una serie de trabajos de investigación para realizar en grupo. Se deberá de redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo mediante un presentación visual o bien una presentación escrita como informe de investigación. Esta presentación puede llevarse a cabo en forma individual o en grupo.		-					X
11	Modelos físicos o modelos obtenidos con ayuda de software.	Se propondrá una serie de trabajos que requiere construir modelos a escala en diferentes materiales o bien construir los modelos con ayuda de software específico. El estudiante lo presenta como modelos o bien como informe de diseño de modelos.		-					X

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Estructuras.

Tabla LIX. ACU 21: Mecánica de Fluidos

Núm.	Instrumentos	Descripción	Indicador	Ponderación	COMPETENCIAS		OBJETIVOS		Si	No
					Genéricas evaluadas	Específicas evaluadas	De aprendizaje evaluados			
1	Prueba escrita individual teórica (Examen escrito parcial)	<u>CUESTIONES TEÓRICAS Y EJERCICIOS TEÓRICO-PRÁCTICOS:</u> Entre 10 y 20 cuestiones teóricas tipo test, de breve respuesta o acompañadas de una aplicación numérica. Estas cuestiones se orientan a conceptos, desarrollo de un tema o aplicación de un concepto. Se evalúan los conocimientos teóricos.	Núm.de exámenes aprobados.	10 %	CG-01 CG-03 CG-05 CG-06 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18	CE -01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X		
2	Prueba escrita individual práctica (Examen escrito parcial)	<u>PROBLEMAS:</u> Prueba basada en la solución de 1 a 4 problemas o cuestiones de media o larga extensión sobre un supuesto práctico. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicación práctica de los conocimientos teóricos.	Núm.de exámenes aprobados.	30 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X		
3	Ensayos libres por escrito.	El alumno tiene un tiempo y un espacio para organizar su respuesta, de modo que el profesor puede valorar con más profundidad la capacidad de análisis y síntesis a la hora de relacionar los contenidos conceptuales y procedimentales que se demandan en forma escrita. Podemos acceder a evaluar criterios relacionados con la creatividad o las aportaciones personas de cada alumno. Hay que construir una escala que permita calificar en función de la cantidad de elementos conceptuales expresados en el papel.		-					X	

Continuación de la tabla LVIX.

4	Ensayo libre oral.	El profesor puede valorar la capacidad de análisis y síntesis al relacionar los contenidos y la capacidad lingüística del alumno. Hay que construir una escala que permita calificar en función de la cantidad de elementos conceptuales expresados en su presencia oral.	Núm.de ensayos realizados.	2 %	CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-07 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18 CG-19 CG-20	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
5	Prueba escrita cognitiva de ensayo libre (examen corto)	Prueba basada en cuestiones teóricas o soluciones de 1 o 2 problemas sobre la capacidad de aplicación práctica de los conocimientos teóricos. Se diferencia de otras por su corta duración. Son pruebas de control realizadas en clase para evaluación formativa a través del tiempo.	Núm.de exámenes cortos aprobados.	2.5 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
6	Seminario de problemas.	Se realizarán sesiones de seminario de problemas. Los alumnos trabajando en equipo discuten y resuelven una serie de problemas planteados por el profesor. Se evalúa el procedimiento, la capacidad de trabajo en grupo y la resolución. El estudiante entrega hojas de trabajo.	Núm.de hojas de trabajo que el estudiante resuelve correctamente en forma individual o grupal.	2.5 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
7	Problemas y tareas propuestas.	Resolución no presencial de problemas o tareas para presentar individualmente o en grupo.	Núm.de tareas que el estudiante resuelve correctamente.	10 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-07 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
8	Informe de prácticas: visitas técnicas guiadas a empresas e instalaciones.	Los alumnos, trabajando en forma individual y en equipo, resolverán informes derivados de las visitas técnicas a empresas e instalaciones. Se evalúa el procedimiento, la adaptación a normas y la resolución.		-					X

Continuación de la tabla LVIX.

9	Informe de prácticas.	Los alumnos, trabajando en forma individual y en equipo resolverán informes derivados de los ensayos repetitivos para fijar conocimientos realizados en instalaciones de laboratorio. Se evalúa el procedimiento, la adaptación a normas, la resolución y la presentación. El estudiante lo presenta como informe de prácticas, informe de laboratorio o bien como reporte.	Núm.de informes de laboratorio realizados en forma grupal que cumplen con los requerimientos de la guía de la Escuela de Civil.	15 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-07 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18 CG-19 CG-20	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
10	Investigación individual o en grupo.	Se propondrá una serie de trabajos de investigación para realizar en grupo. Se deberá de redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo mediante un presentación visual o bien una presentación escrita como informe de investigación. Esta presentación puede llevarse a cabo en forma individual o en grupo.	porcentaje de conceptos y/o contenidos investigados.	3 %	CG-01 CG-02 CG-03 CG-04 CG-05 CG-06 CG-07 CG-09 CG-13 CG-14 CG-15 CG-17 CG-18 CG-19 CG-20	CE-01 CE-02 CE-07 CE-10	1 al 6	X	
11	Modelos físicos o modelos obtenidos con ayuda de software.	Se propondrá una serie de trabajos que requiere construir modelos a escala en diferentes materiales o bien construir los modelos con ayuda de software específico. El estudiante lo presenta como modelos o bien como informe de diseño de modelos.		-					X

Fuente: elaboración propia, con información de los docentes del Departamento de Hidráulica.

#### 4.25. ACU 22: recursos y bibliografía de los cursos de los Departamentos de Hidráulica y Estructuras

Los recursos y bibliografía que se proponen por curso se presentan en el ACU 22, del cual se presenta una muestra de la materia Resistencia de Materiales 1 para estudiantes de Ingeniería Civil, en la tabla LX.

Esencialmente, el ACU 22 presenta tres columnas, en la primera se lista la bibliografía básica para el curso, es decir, libros de autores que se catalogan como esenciales para autoestudio y guía principal para el desarrollo de ejemplos. En la segunda columna se enumera la bibliografía complementaria, es decir libros de consulta opcional o secundaria y en la tercera se sugieren recursos en red y otros recursos que pueden ser consultados para complementar información del curso.

Tabla LX. **ACU 22: Resistencia de Materiales 1 (civil)**

Núm.	Bibliografía básica	Bibliografía complementaria	Recursos en red y otros recursos.
1.	FERDINAND L SINGER. <i>Resistencia de materiales</i> . Cuarta edición. Editorial Harla.	GERE Y TIMOSHENKO. <i>Mecánica de materiales</i> . Cuarta edición.	Blog: Unidad de Investigación. Disponible en: <a href="http://uieicusac.blogspot.com/">http://uieicusac.blogspot.com/</a>
2.	BEER JOHNSTON y FERDINAND P. <i>Mecánica de materiales</i> . 2ª. Ed.	ROY R. CRAIG, Jr. <i>Mecánica de materiales</i> . 2ª edición, Editorial CECSA.	
3.	BEER JOHNSTON. FERDINANO P. <i>Mecánica de materiales</i> . Segunda edición.		

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Estructuras.

Tabla LXI. **ACU 22: Mecánica de Fluidos 1**

Núm.	BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	RECURSOS EN RED Y OTROS RECURSOS
1	FRANZINI, Joseph y FINNEMORE, John. <i>Mecánica de fluidos con aplicaciones en ingeniería.</i>	GILES, Ronald. <i>Mecánica de fluidos e hidráulica.</i>	Blog: Unidad de Investigación. Disponible en:
2	STREETER, Víctor y WYLIE, Benjamín. <i>Mecánica de los fluidos.</i>	FOX, Robert y McDONALD, Alan. <i>Introducción a la mecánica de fluidos.</i>	Página web Escuela de Ingeniería Civil.
3	MOTT, Robert L. <i>Mecánica de fluidos aplicada.</i>	GERHART, Philippe. <i>Fundamentos de mecánica de fluidos.</i>	Portafolio virtual de la Escuela de Ingeniería Civil.

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Hidráulica.

#### 4.26. **ACU 23: desarrollo de subcompetencias por contenido de unidad**

El formato ACU 23 es un documento elaborado por cada curso, en el cual se identifica el nombre del mismo, el área a la que pertenece y su respectivo código. Luego, se listan las competencias que la asignatura contribuirá a desarrollar en el estudiante.

La siguiente sección de este formato corresponde a una tabla con cinco columnas que busca interrelacionar de subcompetencias que se han formulado para cada unidad por curso, indicador de logro de la formación de la subcompetencia en el estudiante, la estrategia o metodología docente que se utilizará para impartir la unidad, el contenido desglosado de la unidad de aprendizaje y, finalmente, la evaluación que se utilizará para ponderar la apreciación cognoscitiva que tuvo el estudiante en la unidad.

En la tabla LXII se muestra el contenido del ACU 23 del curso de Resistencia de Materiales 1 y en la tabla LXIII el formato ACU 23 que corresponde al curso de Mecánica de Fluidos, cabe destacar que para ambos cursos solo se presenta la primera unidad, dado que el formato es muy extenso se puede consultar a detalle los archivos del Área de Readecuación de la EIC.

**Tabla LXII. ACU 23: Resistencia de Materiales 1 (civil)**

Nombre del curso: Resistencia de Materiales 1 (civil)		Código: 300
Departamento/Área: Estructuras		
Competencias a desarrollar:		
CE-01	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral.	
CE-02	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional.	
CE-03	Selecciona, adopta y aplica apropiadamente técnicas, tecnologías y herramientas de Ingeniería Civil buscando el desarrollo social.	
CE-06	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.	
CE-07	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.	
CE-08	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.	
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.	
CE-11	Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales y de los servicios de Ingeniería Civil respetando la normativa vigente, para el sostenimiento de la obras de infraestructura.	

Continuación de la tabla LXII.

Subcompetencia	Indicador	Estrategia/ Metodología	Contenido	Evaluación
<p>1.1 Domina y aplica adecuadamente los conceptos de mecánica analítica.</p> <p>2.1 Abstrae, analiza y sintetiza temas de esfuerzos.</p> <p>3.1 Selecciona, adopta y aplica apropiadamente herramientas de Resistencia de Materiales.</p> <p>6.1 Formula proyectos de investigación.</p> <p>7.1 Se comunica efectivamente de manera escrita.</p>	<p>Número de tareas que el estudiante resuelve correctamente.</p> <p>Número de hojas de trabajo que el estudiante resuelve correctamente, en forma individual o grupal.</p> <p>Porcentaje de conceptos/contenidos investigados.</p> <p>Número de exámenes aprobados.</p>	<p>Tareas.</p> <p>Taller (hojas de trabajo).</p> <p>Investigación.</p> <p>Lectura dirigida.</p> <p>Clase magistral.</p> <p>Práctica en laboratorio de ensayos.</p> <p>Preparación de trabajos e informes individuales.</p>	<p>Tensión, compresión y cortante: Introducción a la mecánica o resistencia de materiales.</p> <p>Análisis de fuerzas internas.</p> <p>Esfuerzo normal (tensión, compresión)</p>	<p>Tareas.</p> <p>Hojas de trabajo.</p> <p>Reporte de laboratorio.</p> <p>Investigación.</p> <p>Comprobación de lectura.</p> <p>Exámenes parciales.</p>
Subcompetencia	Indicador	Estrategia/ Metodología	Contenido	Evaluación
<p>8.1 Trabaja de forma independiente.</p> <p>10.1 Se autoforma en temas de interés de la asignatura.</p> <p>11.1 Utiliza técnicas de control de calidad de los materiales.</p>	<p>Número de comprobaciones de lectura.</p> <p>Número de informes de laboratorio, entregados individualmente, que cumplen con los requerimientos de la guía de la Escuela de Ingeniería Civil.</p>		<p>Esfuerzo cortante.</p> <p>Esfuerzo y cargas permisibles (factores de seguridad).</p> <p>Práctica de laboratorio: Tensión, compresión y cortante.</p>	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por los docentes del Departamento de Estructuras.

Tabla LXIII. **ACU 23: Mecánica de Fluidos**

Nombre del curso: Mecánica de Fluidos		Código: 250		
Departamento/Área: Hidráulica				
Competencias a desarrollar:				
CE-01	Domina los principios de las ciencias básicas y de Ingeniería Civil, tanto teóricos como prácticos y los aplica con eficacia y eficiencia en su desempeño académico, profesional y laboral.			
CE-02	Abstrae, analiza y separa problemas en sus componentes de manera correcta, para su solución en su quehacer profesional.			
CE-06	Crea, formula, gestiona y ejecuta proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con ética y de manera innovadora en el marco de la profesión.			
CE-07	Se comunica efectivamente en forma oral y escrita en español y en un segundo idioma de manera efectiva que le permite manejar e interpretar información de campo, así como sistemas de procesamiento de datos, como herramientas indispensables en su ejercicio profesional.			
CE-08	Trabaja de forma independiente o como parte de equipos multidisciplinarios comprendiendo los roles y responsabilidades de un profesional de la Ingeniería Civil en la sociedad.			
CE-10	Se autoforma en aquellas áreas de su interés con empeño y dedicación para mantenerse actualizado en las técnicas y tecnologías de la Ingeniería Civil.			
SUB COMPETENCIA	INDICADOR	ESTRATEGIA /METODOLOGÍA	CONTENIDO	EVALUACIÓN
Domina y aplica correctamente los distintos sistemas de unidades de medidas en ingeniería, la mecánica de fluidos. Se comunica efectivamente en forma escrita.	Número de tareas que el estudiante resuelve correctamente Número de hojas de trabajo que el estudiante resuelve en forma individual y grupal correctamente. Número de exámenes aprobados.	Tareas de resolución de ejercicios. Hojas de trabajo Clase magistral.	INTRODUCCIÓN: Definición de Mecánica de Fluidos. Relación de la Mecánica de Fluidos con otras disciplinas de la ingeniería. Dimensiones, unidades y factores de conversión.	Tareas. Hojas de trabajo. Exámenes cortos y parciales.

Fuente: elaboración propia, con información de los docentes del Departamento de Hidráulica.

## **5. SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS**

El plan de seguimiento a la implementación del enfoque educativo por competencias pretende ejercer como una herramienta de control y sugerencias para facilitarle al docente rúbricas de evaluación. En este capítulo se proponen indicadores concluyentes que puedan comparar el desempeño estudiantil con la metodología vigente hasta 2015 contra la metodología propuesta en la presente investigación, y de esta manera corroborar que la propuesta educativa realmente contribuye a mejoras para el estudiante, para el catedrático y, por lo tanto, para el desarrollo del país.

### **5.1. Estrategias de seguimiento**

Concretamente se sugieren tres líneas tácticas de seguimiento a la implementación del enfoque por competencias en la educación superior: capacitación docente, implementación de herramientas de evaluación por competencias y creación de mesas de discusión periódicas para mejorar constantemente el p $\acute{e}$ nsum de estudios de la carrera de Ingenier $\acute{a}$ a Civil.

#### **5.1.1. Capacitación docente**

Dado que el enfoque educativo basado en competencias sugiere una serie de cambios en el proceso de ense $\acute{n}$ anza-aprendizaje, los docentes, como principales actores en esta visi $\acute{o}$ n, deben someterse a una serie de capacitaciones que les gu $\acute{e}$ en y orienten sobre a la forma de implementar esta t $\acute{e}$ cnic a en clase.

Las autoridades correspondientes de la EIC deben abocarse a la Dirección General de Docencia, la cual cuenta con el Sistema de Formación del Profesor Universitario (SFPU), aprobado por el Consejo Superior Universitario (CSU), en el punto décimo segundo del Acta veintiséis guion dos mil tres de la sesión celebrada el doce de noviembre de dos mil tres, con aplicación general y obligatoria en todas las unidades académicas de la USAC.

#### **5.1.1.1. Sistema de Formación del Profesor Universitario (SFPU)**

Tal como lo dicta el capítulo I en el artículo 1, del *Normativo de la instancia de coordinación del sistema de formación del profesor universitario*, el SFPU, “es la instancia que coordina, integra y desarrolla las acciones de formación y capacitación de los programas del personal académico de la Universidad de San Carlos de Guatemala”.

Por lo tanto, tiene la obligación de proveer a la EIC un programa de formación en el tema de educación por competencias de acuerdo a sus intereses, a través de este programa los docentes podrán capacitarse en el tema sin repercusiones en el presupuesto de dicha Escuela.

#### **5.1.2. Evaluación por competencias**

Una pregunta que surge con frecuencia por parte de los docentes al hablar del enfoque por competencias, es: ¿cómo se evalúa por competencias?; por lo que en este apartado se presentan algunas ideas básicas sobre lo que significa una evaluación por competencias y algunos aspectos relevantes para realizarla.

Es necesario resaltar que la diferencia esencial entre la evaluación por objetivos y por competencias es que en la primera únicamente informa al estudiante si se logró la adquirir el aprendizaje o no. Mientras que en la evaluación por competencias busca indicar en qué escala se ha logrado la asimilación de la habilidad que se busca crear en el estudiante y brindar, retroalimentación sobre las barreras que están evitando el desempeño deseado, para que el estudiante logre reducirlas o en el mejor de los casos erradicarlas en futuras presentaciones.

Dicho de otra forma, la evaluación por competencias se basa en establecer criterios de desempeño o estándares de calidad de la ejecución de una competencia.

#### **5.1.2.1. Criterios de desempeño**

Son normas de la evaluación que identifican o determinan la calidad que debe mostrar el estudiante que ha logrado un propósito de aprendizaje. Estos expresan los niveles de exigencia mínimos para lograr el dominio de una competencia.

#### **5.1.2.2. Rúbricas de evaluación**

Una de las herramientas para evaluar una competencia es la creación de rúbricas de las cuales el estudiante debe tener pleno conocimiento previo a realizar la evaluación, pues con esto él tendrá una guía de lo que espera el docente de él y las escalas en que puede lograr las competencias. Con ello el estudiante sentirá la responsabilidad para dedicar el tiempo suficiente en la preparación de dicha competencia.

Para elaborar una rúbrica de evaluación es indispensable que el docente defina los criterios de desempeño requerido y establezca los resultados individuales que exigen.

Una de las ventajas de las rúbricas es que se han establecido parámetros de ponderación con lo cual se evitarán efectos halo al momento de calificar. Por ejemplo, en una tarea de investigación, si el estudiante ha tenido pésima redacción en el resumen pero el resto del cuerpo del trabajo es apropiado, el profesor no podrá valerse del defecto en el resumen para calificar con una nota insatisfactoria, sino que indicará los desaciertos en el resumen y los aciertos en el resto de la investigación; con ello el estudiante podrá adquirir una ponderación cuantitativa de acuerdo a los logros obtenidos.

El profesor tiene libertad para crear tantos criterios como crea conveniente para cada una de los instrumentos de evaluación que utilice, también puede asignar la carga ponderativa a cada criterio como considere prudente.

En la tabla LXIV se presenta el ejemplo de una rúbrica de evaluación para una exposición oral, el docente puede desarrollar sus rúbricas para otras actividades o adecuar la presentada.

Tabla LXIV. Ejemplo de rúbrica de evaluación para una exposición oral

Categorías/Escala	Criterios	(3 puntos) Muy satisfecho.	(2 puntos) Satisfecho.	(1 punto) Medianamente satisfecho.	(0 puntos) Insatisfecho.	Puntuación obtenida
<b>Conocimiento (60%)</b>	Dominio del tema.	Demuestran conocimiento del tema en su totalidad.	Demuestran un buen conocimiento del tema.	Conocen el tema parcialmente.	No conocen el tema.	
	Comprensión del tema.	Responden con precisión a las preguntas planteadas.	Responde con la mayoría de las preguntas.	Responde algunas de las preguntas planteadas.	No responden las preguntas planteadas.	
<b>Comunicación y claridad (15%)</b>	Articulación.	Articula y pronuncia con claridad utilizando lenguaje apropiado y con buena pronunciación.	Articula claramente y pronuncia en su mayoría correctamente.	Habla con voz baja y no comete errores de pronunciación.	Habla con voz baja y comete algunos errores de pronunciación.	
	Volumen.	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por la audiencia.	El volumen es medio pero puede ser escuchado por casi todos.	El volumen con frecuencia es muy débil y se escucha por momentos.	Habla con voz baja y comete errores de pronunciación.	
<b>Postura y contacto visual. (10%)</b>	Postura corporal.	Tiene buena postura se ve relajado y seguro de sí mismo. Establece contacto visual con todos los presentes durante su exposición.	Tiene buena postura. Establece contacto visual con todos los presentes.	Algunas veces muestra buena postura, establece contacto visual.	Algunas veces muestra buena postura, no establece contacto visual con la audiencia.	
						Puntuación obtenida: Porcentaje:

Fuente: Slideshare. <http://es.slideshare.net/allynos/rubrica-para-evaluar-una-exposicion-oral>.

Consulta: 1 de marzo de 2016.

### **5.1.3. Mesas de discusión**

Para realizar esta investigación, sin lugar a duda, las mesas de discusión conformadas por estudiantes, profesores y empleadores fueron una herramienta invaluable para recopilar información que permitió consolidar los resultados en cuanto a mejoras al p $\acute{e}$ nsum de estudios de la carrera de Ingenier $\acute{a}$  Civil.

Por lo expuesto, se recomienda ampliamente instaurar un programa que regule la periodicidad con la que deben llevarse a cabo estas actividades, la cantidad de participantes, la metodolog $\acute{a}$  a seguir para recopilar informaci $\acute{o}$ n y otras variables.

## **5.2. Medici $\acute{o}$ n del rendimiento acad $\acute{e}$ mico**

El rendimiento estudiantil es un concepto complejo pues m $\acute{a}$ s all $\acute{a}$  de utilizar una nota de promoci $\acute{o}$ n como indicador, el proceso ense $\acute{n}$ anza-aprendizaje aborda distintos aspectos tanto individuales como colectivos, en el cual intervienen diferentes actores, como: estudiantes, docentes,  $\acute{o}$ rganos directivos, la infraestructura, la cultura organizacional y otros.

Se propone realizar estudios para la medici $\acute{o}$ n del rendimiento acad $\acute{e}$ mico mediante dos t $\acute{e}$ cnicas: indicadores de rendimiento acad $\acute{e}$ mico y an $\acute{a}$ lisis envolvente de datos.

### **5.2.1. Indicadores de rendimiento académico**

La Universidad Nacional de Colombia con sede en Medellín, a través de su Oficina de Planeación realizó en septiembre de 2013 un estudio de indicadores de rendimiento académico para el primer semestre del mismo año.

El rendimiento académico se evaluó desde cuatro enfoques:

Resultados generales: en este apartado se mostró el rendimiento académico en general es decir independientemente del programa, escuela o materia a la que perteneciera el estudiante, fueron resultados globales de la sede de Medellín.

- Rendimiento académico por programas: abarcó el rendimiento por facultad o programa académico aplicando los indicadores por estos segmentos.
- Rendimiento académico por escuelas: se segmentó aún más el nivel del estudio, en este apartado el rendimiento se evaluó por escuelas o facultades, según los intervalos de notas y el índice de repetición de asignaturas.
- Rendimiento académico por materias: los indicadores de rendimiento se aplicaron a 100 materias con mayor número de inscritos.

Los indicadores aplicados a cada segmento fueron los siguientes:

### **5.2.1.1. Índice de reprobación de asignaturas**

El resultado de este indicador es un porcentaje que indicará las asignaturas reprobadas por los estudiantes en un semestre académico y se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de reprobación de asignaturas} = \frac{NA}{A + NA} \times 100\%$$

Donde

NA = cantidad de asignaturas no aprobadas por semestre.

A = cantidad de asignaturas aprobadas por semestre.

### **5.2.1.2. Índice de reprobación de créditos**

Se calcula utilizando los créditos de las asignaturas aprobadas y reprobadas. Es un indicador complementario al índice de reprobación de asignaturas.

$$\text{Índice de reprobación de créditos} = \frac{CNA}{CA + CNA} \times 100\%$$

Donde

CNA= créditos de materias no aprobadas.

CA= créditos de materias aprobadas.

### **5.2.1.3. Promedio aritmético ponderado acumulado (PAPA)**

Para este indicador, la Unidad de Planificación de la sede de Medellín de la Universidad Nacional de Colombia, decretó un acuerdo que dictaba que para calcular el PAPA se tendrán en cuenta las calificaciones definitivas de todas la asignaturas. Esto significa que cuando una asignatura se cursa más de una vez, se tendrán en cuenta las calificaciones definitivas obtenidas cada vez

El promedio aritmético ponderado acumulado se calcula de la siguiente manera:

- Multiplicar cada calificación definitiva por el número correspondiente de créditos de la asignatura cursada.
- Sumar todos los productos del paso anterior y dividir el resultado por la suma total de créditos cursados.

### **5.2.1.4. Desviación estándar del PAPA**

Este indicador se presenta como un complemento al PAPA y se calcula con el PAPA promedio por programa de los estudiantes evaluados.

### **5.2.1.5. Índice de reprobación de estudiantes**

Este indicador hace referencia al porcentaje de estudiantes que son retirados de la EIC por motivos académicos y se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Índice de reprobación de estudiantes} = \frac{EPCE}{EM} \times 100\%$$

Donde

EPCE = estudiantes que pierden calidad de estudiante por causas académicas.

EM = estudiantes matriculados.

#### 5.2.1.6. Índice de repetición de asignaturas

Indicará el porcentaje de asignaturas que han sido inscritas más de una vez por haber sido reprobadas en una oportunidad anterior. La fórmula para su cálculo es:

$$\text{Índice de repetición de asignaturas} = \frac{EPCE}{EM} \times 100\%$$

Donde

EPCE = estudiantes que pierden calidad de estudiante por causas académicas.

EM = estudiantes matriculados.

#### 5.2.1.7. Índice de eficiencia del rendimiento académico

La propuesta para el cálculo de eficiencia del rendimiento académico con base en el sistema de créditos, relaciona las variables de la siguiente fórmula:

$$ERA = \left\{ \frac{\left[ \left( \frac{NCAS}{NCR} \right) \times NS \right]}{NSM} \right\} \times 100\%$$

Donde

ERA = eficiencia del rendimiento académico.

NCAS = número de créditos aprobados al semestre que se está cursando.  
NCR = número total de créditos requeridos por el programa (250 créditos).  
NS = número de semestres requeridos por el programa.  
NSM = número de semestres matriculados.

Dado que para acreditar el título de ingeniero civil, el programa consta de 10 semestres, por cada semestre el estudiante debe aprobar al menos 10 % de los créditos requeridos si desea obtener una eficiencia del 100 %. De ser menor, indica que está tardando más tiempo en concluir sus estudios. Si es mayor que 100 % indica que avanza más rápidamente en la conclusión de sus estudios.

El índice de eficiencia del rendimiento académico es útil para verificar si el sistema de créditos académicos mejora la eficiencia de los estudiantes para cursar el plan de estudios. Se brindará el siguiente ejemplo: si un estudiante de Ingeniería Civil ha aprobado 84 créditos de los 250 requeridos y ha matriculado 6 semestres de 10 programados por la EIC, la eficiencia se calculará así:

$$ERA = \left\{ \frac{\left[ \left( \frac{84}{250} \right) \times 10 \right]}{6} \right\} \times 100\%$$

Al realizar la operación matemática, el indicador ERA da como resultado 56 %, como consecuencia puede decirse que el estudiante está tardando más tiempo en concluir sus estudios.

### **5.2.2. Análisis envolvente de datos**

En 2013, en Cartagena Colombia se llevó a cabo el World Engineering Education Forum (WEEF), el cual tuvo como tema la innovación en la formación de ingenieros competitivos y emprendedores. En esa edición, la WEEF promovió la creación de formas de enseñanza que permitan educar ingenieros capaces de innovar y generar cambios en el entorno que se desenvuelven.

Por lo tanto, en el evento descrito en el párrafo anterior, se publicó la *Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando análisis envolvente de datos*, o DEA por sus siglas en inglés *data envelopment analysis*. Esta propuesta presentó una metodología para medición del rendimiento académico, que en ese año se encontraba en etapa de desarrollo y validación.

Concretamente, puede decirse que la metodología *data envelopment analysis* es una técnica que utiliza herramientas de programación lineal, la cual ya es una de las principales técnicas usadas en el sector público y privado para evaluar el desempeño de unidades productivas, entre algunas de sus aplicaciones se puede mencionar: en la evaluación de eficiencias en bancos, riesgos crediticios, evaluación de educación básica, universitaria, entre otras.

### **5.2.3. Metodología propuesta para realizar el DEA**

La propuesta de aplicación de la técnica de Análisis Envolvente de Datos determinará el rendimiento relativo de un estudiante respecto al grupo con el cual se encuentra inscrito para cada uno de los diferentes semestres de la carrera de Ingeniería Civil. Se sugieren dos fases, la primera consiste en la

determinación de variables de entrada y salida; la segunda se enfoca en el desarrollo del modelo Análisis Envolvente de Datos.

La propuesta citada, ofrece los siguientes ejemplos como variables de entrada:

- Promedio del semestre anterior, si el estudiante fuese de primer ingreso, se tomará el promedio del último grado de diversificado cursado y el resultado de las pruebas de admisión.
- Edad.
- Nivel socioeconómico.
- Número de créditos cursados.
- Número de asignaturas cursadas.
- Número de horas de clase recibidas.

Tiempo promedio disponible para el estudio, es decir las horas que el estudiante teóricamente tenga disponible para el estudio, es decir aquellas horas que el estudiante dispone una vez haya realizado sus actividades diarias, como: asistir a clases, transporte, trabajo, deportes, entre otras.

En cuanto a las variables de salida, la propuesta menciona las siguientes:

- Calificación de cada una de las asignaturas.
- Promedio ponderado.

#### **5.2.4. Análisis y divulgación de resultados obtenidos**

Finalmente, luego de la realización de los estudios pertinentes para evaluar los resultados de la metodología por objetivos y el enfoque por

competencias, se sugiere someter los resultados a un análisis profundo y exhaustivo por los profesionales expertos en la materia. Posteriormente proceder a su divulgación entre docentes, estudiantes y autoridades correspondientes para realizar acciones correctivas de ser necesario o acciones de fortalecimiento al proceso para obtener el éxito deseado.

## CONCLUSIONES

1. Las fortalezas detectadas fueron los conocimientos que el egresado posee en el área de ciencias básicas, liderazgo análisis y planteo de soluciones, administración, diseño y programación de obras; en cuanto a las debilidades destaca el escaso conocimiento de la economía del sector constructivo e inmobiliario, carencia de conceptos legales y económicos para toma de decisiones, poca capacidad para supervisión y ejecución de proyectos así como desarrollo de formas de mantenimiento y rehabilitación de obras.
2. La apreciación de los empleadores respecto al perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Civil, propusieron las siguientes competencias capacidad de análisis de situación, fluidez verbal y escrita, proactividad, solidez de conocimientos en el área de proyectos de urbanización, carreteras, puentes y manejo de herramientas tecnológicas específicas de la profesión como: AutoCAD y Microsoft Office.
3. Al comparar las competencias del egresado versus las demandas de los empleadores, se detectó que las competencias a fortalecer son en el área de manejos de programas de computación, desarrollo de análisis y diseño estructural, trabajo en equipo, implementación de un curso que integre todas las áreas de la ingeniería, fortalecer el área administrativa y motivacional, fomentar el gusto por la investigación, manejo del idioma inglés y más tiempo de práctica laboral.

4. Esencialmente los cambios que se realizaron para la propuesta del p nsum de estudio de la Carrera de Ingeniería Civil consistieron en modificaciones en contenido de algunos cursos para actualizarlo según las demandas de los empleadores, cambios en cuanto a la carga académica adecuándolo al concepto de “crédito académico” vigente y reestructuración de prerrequisitos de algunos cursos.
5. Los beneficios de la reestructuración a la red de estudios de la carrera de Ingeniería Civil, se verán reflejados en que el egresado de la carrera será más competitivo en el mercado laboral y tendrá acceso a mejores oportunidades de trabajo y contribuirá de manera eficiente al desarrollo del país, dado que se proponen mejoras en ámbitos tecnológicos, de investigación y prácticas de campo que le permitan aplicar los conocimientos teóricos adquiridos.
6. Se propuso la nueva colección de programas para cada curso, estos cuentan con una sección de datos generales para cada uno, como: nombre, prerrequisitos, post requisitos, horas de clase magistral, horas de prácticas de laboratorio, posteriormente los objetivos formulados con base en la readecuación, las competencias que contribuye a formar el curso, metodología, evaluación y finalmente un apartado con referencias bibliográficas básicas, complementarias y electrónicas, con toda esta información se pretende garantizar que el estudiante tenga una clara visión de los alcances del curso que recibir .
7. El diseño de la propuesta de la red de estudios ofrece 56 cursos obligatorios, es decir ocho cursos más que la red vigente en 2015, estos cursos aportarán 224 créditos de carácter obligatorio, 3 créditos menos que el p nsum vigente, con esto el estudiante tendrá mayor margen para elegir cursos optativos del área de su preferencia.

## RECOMENDACIONES

1. Instituir un plan para recopilar la opinión de los empleadores con respecto a las fortalezas y debilidades de los egresados.
2. Realizar investigaciones de las competencias demandadas por los empleadores según el perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil.
3. Revisar periódicamente el cumplimiento de los contenidos para cada curso a través de los portafolios docentes.
4. Capacitar a los docentes en el tema de educación por competencias.
5. Socializar con los estudiantes la reestructuración propuesta para el p<sup>é</sup>ns<sup>u</sup>m de estudios de la carrera de Ingeniería Civil.
6. Divulgar oportunamente los programas de estudio de cada curso.
7. Examinar periódicamente los resultados de los cursos de nueva apertura y la carga académica propuesta.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO ESTRADA, Alicia Isabel. *Investigación del mercado profesional de ingenieros civiles egresados de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 173 p.
2. BENEITONE, Pablo. *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina*. Argentina: Impresión RGM, 2007. 432 p.
3. DAVILA, Fernando. *Elaboración del manual organizacional y el catálogo de estudios de escuela de ingeniería civil de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como parte de los requisitos indispensables para la consecución de la acreditación a nivel Centroamericano*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 180 p.
4. DE LEÓN QUIJIVIX, Cesia Griselda. *Demanda del grupo de interés para retroalimentar la red curricular de estudios de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2012. 238 p.

5. Escuela de Ingeniería Civil. FIUSAC. [en línea]. <[http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page\\_id=150](http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150)>. [Consulta: 28 de febrero de 2015].
6. GONZÁLEZ GARCÍA, Sonia. *Innovación pedagógica y la formación en el enfoque por competencias en el CECyT No 8 2014*. 464 p.
7. *Historia de la Facultad de Ingeniería, USAC*. [en línea]. <<https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/index.php/aspirante/antecedentes>>. [Consulta: 5 de abril de 2015].
8. *Indicadores del rendimiento académico semestre 2013-1*. [en línea]. <[http://www.medellin.unal.edu.co/dirplanea/documentos/InfRA\\_2013-1.pdf](http://www.medellin.unal.edu.co/dirplanea/documentos/InfRA_2013-1.pdf)>. [Consulta: 5 de marzo de 2016].
9. LEAL PAZ, Roberto. *Marco Constitutivo. ACAAI (Agencia Centroamericana de Acreditación de programas de arquitectura y de ingeniería)*. [en línea]. <<http://acaai.org.gt/nosotros/marco-constitutivo/>>. [Consulta: 27 marzo de 2012].
10. MADRID VIVAR, José Mayorga. *Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el espacio Europeo de Educación Superior*. España: Universidad de Malaga, 2010. 21 p.
11. *Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando análisis envolvente de datos (DEA)*. [en línea]. <<http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/321/168>>. [Consulta: 1 de marzo de 2016].

12. SALGUERO PEZZAROSSO, Edson Ali. *Medición del nivel de satisfacción de la formación del ingeniero civil egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería,. 2011. 148 p.
13. Tecnología digital. *Ventajas de la educación por competencias*. [en línea]. <<http://tecdigital.net/cie/EBCompetencias/files/assets/basic-html/page8.html>>. [Consulta: 27 de febrero de 2015].
14. \_\_\_\_\_. [en línea]. <<http://tecdigital.net/cie/EBCompetencias/files/assets/basic-html/page8.html> marzo de 201>. [Consulta: 27 de febrero de 2015].
15. TOBÓN, Sergio. *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Talca: Proyecto Mesesup. 2006. 16 p.
16. ZUAZO, Luis Achaerandio. *Competencias fundamentales para la vida*. Guatemala: IGER Talleres Gráficos, 2015. 70 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Programa del curso Resistencia de Materiales 1

#### PRIMER SEMESTRE 2016

RESISTENCIA DE MATERIALES 1 (CIVIL)			
Código:	300	Créditos:	4
Escuela:	Ingeniería Civil	Área a la que pertenece:	Estructuras
Pre- requisito:	(114) Matemática Intermedia 3 y (170) Mecánica Analítica 1	Post requisito:	(302) Resistencia de Materiales 2, (456) Materiales de Construcción 2, (458) Mecánica de Suelos (307) Tipología Estructural.
Salón de clase:	Ver horario adjunto	Salón de Prácticas de laboratorio	EDIFICIO T-5
Horas por semana del curso:	3 periodos de 50 minutos cada uno.	Horas por semana de las prácticas de laboratorio	4 Prácticas con una duración de 2 períodos de 50 minutos
Días que se imparte el curso:	Lunes, Martes, Miércoles y Viernes	Días que se imparten las prácticas de laboratorio	Ver horario
Horario del curso:	Ver horario adjunto	Horario de las practicas:	Variado
<b>Descripción:</b> En este curso se estudiarán los temas fundamentales de la mecánica de materiales, la cual constituye una rama aplicada que estudie el comportamiento de los cuerpos sólidos sometidos a varios tipos de carga, con el fin de analizar los esfuerzos, deformaciones, deflexiones y todo efecto producido a consecuencia de las cargas aplicadas.			

Continuación del apéndice 1.

<b>20. OBJETIVOS</b>		
<b>2.1 General:</b> Adquirir una amplia visión sobre la importancia de la calidad de los materiales, tomando en cuenta su comportamiento mecánico y térmico bajo la acción de cargas.		
<b>2.2 Específicos:</b>		
1. Dominar cada uno de los comportamientos mecánicos (tensión, compresión y cortante).		
2. Aprender a calcular deformaciones.		
3. Basarse en figuras geométricas a base de deformaciones para su resolución.		
4. Calcular esfuerzos de torsión debido a momentos torsionantes.		
5. Elaborar diagramas de corte y momento aplicando diferentes cargas.		
6. Aprender a calcular los diferentes esfuerzos en vigas basándose en los diagramas de corte y momento.		
<b>3. METODOLOGÍA</b>		
3.1 Clase teórica.		
3.2 Clase práctica con problemas.		
3.3 Seminario de problemas y otras actividades de seminario cooperativo.		
3.4 Práctica en laboratorio de ensayos.		
3.5 Preparación de trabajos e informes individuales.		
3.6 Estudio individual e investigación bibliográfica.		
3.7 Tutorías individuales y de grupo.		
<b>4. EVALUACIÓN</b>		
4.1 Prueba escrita individual teórica (Examen escrito parcial)	15%	
4.2 Prueba escrita individual práctica (Examen escrito parcial)	35%	
4.3 Seminario de problemas		04%
4.4 Problemas y tareas propuestas		02%
4.5 Informe de prácticas	15%	
4.6 Investigación individual o en grupo	04%	
4.7 Examen final	<u>25%</u>	
Nota de promoción		<u>100%</u>

## Continuación del apéndice 1.

<p><b>5. CONTENIDO</b></p> <p>UNIDAD 1: TENSIÓN, COMPRESIÓN, Y CORTANTE</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Introducción a la mecánica o resistencia de materiales.</li><li>2. Análisis de fuerzas internas.</li><li>3. Esfuerzo normal (tensión, compresión).</li><li>4. Esfuerzo cortante.</li><li>5. Esfuerzo y camaras permisibles (factores de seguridad)</li></ol> <p>UNIDAD 2: DEFORMACIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"><li>6. Deformaciones.</li><li>7. Diagramas esfuerzo-deformación.</li><li>8. Elasticidad lineal. Ley de Hooke</li><li>9. Deflexiones de miembros cargados axialmente</li><li>10. Relación de Poisson: estado de deformación biaxial y triaxial.</li><li>11. Diagramas de desplazamiento</li></ol> <p>PRIMER PARCIAL</p> <p>UNIDAD 3: ELEMENTOS ESTÁTICAMENTE INDETERMINADOS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>12. Estructuras estáticamente indeterminadas. (Método de flexibilidades)</li><li>13. Estructuras estáticamente indeterminadas. (Método de rigideces)</li><li>14. Esfuerzos de origen térmico.</li></ol> <p>UNIDAD 4: ESFUERZOS POR TORSIÓN</p> <ol style="list-style-type: none"><li>15. Torsión barras circulares (introducción).</li><li>16. Deducción de Las fórmulas de torsión.</li><li>17. Transmisión de potencia mediante ejes.</li><li>18. Miembros estáticamente indeterminados sujetos a torsión</li></ol> <p>SEGUNDO PARCIAL</p> <p>UNIDAD 5: FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLEXIONANTE EN VIGAS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>19. Tipos de vigas.</li><li>20. Fuerza cortante y momento flexionante.</li><li>21. Diferenciación entre fuerza cortante y momento flexionante.</li><li>22. Diagramas de corte y momento flexionante</li></ol> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Método de ecuaciones.</li><li>2. Método de áreas.</li></ol> <p>UNIDAD 6: ESFUERZOS EN VIGAS</p> <ol style="list-style-type: none"><li>6.1 Deducción de la fórmula de flexión.</li><li>6.2 Formas de sección transversal de vigas.</li><li>6.3 Deducción de la fórmula de esfuerzo cortante en vigas.</li><li>6.4 Diseño por flexión.</li></ol>
<p><b>6. UNIDADES DE APRENDIZAJE PRÁCTICO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>6.1 <b>Práctica 1:</b> Tensión, compresión y cortante.</li><li>6.2 <b>Práctica 2:</b> Deformaciones mecánicas.</li><li>6.3 <b>Práctica 3:</b> Torsión.</li><li>6.4 <b>Práctica 4:</b> Flexión en vigas.</li><li>6.5 <b>Práctica 5:</b> Esfuerzos en vigas.</li></ol>
<p><b>BIBLIOGRAFÍA</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>21. Bibliografía básica<ol style="list-style-type: none"><li>1. Resistencia de Materiales. Cuarta edición. FERDINAND L SINGER. Editorial Harla.</li><li>2. Mecánica de Materiales. Segunda edición. FERDINAND P. BEER JOHNSTON.</li><li>3. Introducción a la Mecánica de Sólidos. EGOR P. POPOV. Editorial Limusa.</li></ol></li><li>22. Bibliografía complementaria<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mecánica de Materiales. GERE Y TIIMOSHENKO. Cuarta edición.</li><li>2. Mecánica de Materiales. 2a edición, ROY R. CRAIG, Jr. Editorial CECSA.</li></ol></li><li>23. Recursos en red y otros recursos.<ol style="list-style-type: none"><li>1. Blog Unidad de Investigación: <a href="http://uieicusac.blogspot.com/">http://uieicusac.blogspot.com/</a></li><li>2. Otros libros recomendados.</li></ol></li></ol>

Fuente: elaboración propia.



## ANEXO

### Anexo 1. Carta de seguimiento al proceso de acreditación



Academia  
Costarricense  
de Acreditación  
de Arquitectos  
y de Ingenieros

Panamá, 13 de julio de 2009  
DE/092/09

Licenciado  
Carlos Estuardo Gálvez Barrios  
Rector Magnífico  
Universidad San Carlos de Guatemala  
Guatemala, Guatemala

Estimado Lic. Gálvez:

Le comunico que el equipo de pares evaluadores que realizará la visita al programa de Ingeniería Civil estará integrado por las siguientes personas:

- Ing. Rafael Murillo, de Costa Rica  
Correo electrónico: [rafael.murillo@ucr.ac.cr](mailto:rafael.murillo@ucr.ac.cr) Tel. (506) 2226-3659. Cel. (506) 8860-5440.
- Ing. José Ramón Torres, de Nicaragua  
Correo electrónico: [torrescardoza@yahoo.com](mailto:torrescardoza@yahoo.com) Tel. (505) 776-3160. Cel. (505) 854-8598.
- Ing. Luis Martínez Perdomo coordinador, de El Salvador  
Correo electrónico: [lmartinezi@ufa.edu.sv](mailto:lmartinezi@ufa.edu.sv) Tel. (503) 2209-2810.

La visita se ha programado para la semana del 24 al 27 de agosto de 2009.

El coordinador del equipo, Ing. Luis Martínez Perdomo, es el encargado de mantenerse en contacto con la Inga. Dilma Yaneth Mexicano para los detalles de la agenda.

La Dirección Ejecutiva coordinará los aspectos de viaje y hospedaje del equipo de pares en Guatemala.

Sin otro particular por el momento, le extiendo mis saludos cordiales.

Atentamente,



Dra. Mariana A. de McPherson  
Directora Ejecutiva

cc. Ing. Teresa Lisely de León Arana, Coordinadora Acreditación.  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, Director de la Escuela de Ingeniería Civil.  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos, Decano de la Facultad de Ingeniería.

---

Tel: (507) 560-3133, (507) 6480-6295, (507) 315-0959. Fax (507) 560-3121.  
[www.acaai.org.pa](http://www.acaai.org.pa) correo electrónico: [direccionejecutiva@acaai.org.pa](mailto:direccionejecutiva@acaai.org.pa)  
Apartado postal: 0843-00493. Panamá, Panamá.

Fuente: ACAAÍ.

