



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD
Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA
DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO
A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO**

Giovana Ruveli Pedro Reyes

Asesorado por el Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD
Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA
DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO
A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GIOVANA RUVELI PEDRO REYES

ASESORADO POR EL ING. WILLIAMS GUILLERMO ÁLVAREZ MEJÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

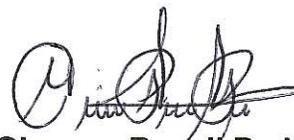
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD
Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA
DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO
A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha mayo de 2013.



Giovana Ruvelí Pedro Reyes



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 19 de noviembre de 2013.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
Director Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

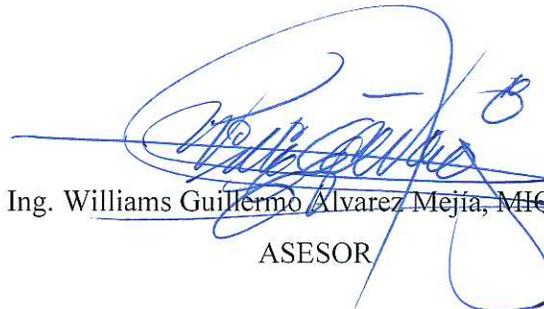
Estimado Ingeniero Monzón

Informo a usted que he revisado el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado: *“ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO”* de la estudiante *Giovana Ruveli Pedro Reyes*, carné No. 2006-18969. Después de haber realizado la revisión del referido Informe Final de Trabajo de Graduación considero que llena los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, MIO, MIE

ASESOR





Guatemala, 27 de noviembre de 2013
Ref. EI.Q.TG-IF.084.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-069-2013-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Giovana Ruveli Pedro Reyes.**

Identificada con número de carné: **2006-18969.**

Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Williams Guillermo Álvarez Mejía.**

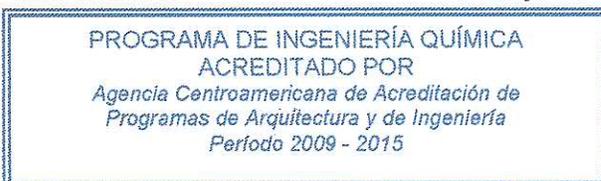
Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



Ref.EIQ.TG.011.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **GIOVANA RUVELI PEDRO REYES** titulado: **"ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, enero 2014

Cc: Archivo
VMMV/ale



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 Química, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO UTILIZANDO CRITERIOS DE ACTIVIDAD, FLEXIBILIDAD Y EXCLUSIÓN EN MALLAS CURRICULARES DE CARRERAS DE INGENIERÍA QUÍMICA DE UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS SELECCIONADAS, CON RESPECTO A EJES DE FORMACIÓN MACRO, MESO Y MICRO**, presentado por la estudiante universitaria **Giovana Ruveli Pedro Reyes**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, febrero de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** El todopoderoso, el que guía mis pasos, por amarme, escucharme y regalarme el don de la sabiduría y la vida.
- Mi madre** Blanca Reyes. Su amor incondicional, sus consejos que siempre llevaré en mi corazón y ser un ejemplo de trabajo, honradez y luchadora, siempre pensando en el interés de sus hijos, este éxito es suyo.
- Mi padre** Antonio Pedro. Por su amor, apoyo incondicional, por ser un hombre trabajador y disciplinario, este logro no lo hubiera alcanzado sin usted en mi vida.
- Mis hermanos** Missael, Edwin y Yan Carlos Pedro Reyes. Por estar siempre a mi lado, por compartir enojos, alegría, tristezas y siempre su apoyo incondicional los quiero mucho.

Mi novio

Eliezer Pérez Mérida. Encontré en ti a un amigo incondicional y mi gran amor. Gracias por estar siempre a mi lado, dándome tu apoyo incondicional, por estar en este momento tan anhelado de mí vida, en el cual es el inicio de nuestros sueños e ilusiones.

La familia

Reyes Méndez. Por ser una importante influencia en mi carrera, por su apoyo y por compartir su hogar durante estos años.

Mis tías

Amarilis, Maritza y Brenda Reyes. Por ser una importante influencia en mi carrera, su apoyo, su amor, y por regalarme esos bellos momentos en que compartir durante estos últimos años.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por enseñarme la realidad y motivarme a luchar por un país mejor. Soy y seré orgullosamente Sancarlista.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos y herramientas que me permitirá desempeñarme con excelencia en mi vida profesional.
Mis amigos de la Facultad	Por conformar mí segunda familia, por acompañarme en el transcurso de mis estudios y compartir momentos inolvidables.
Mi asesor	Ing. Williams Álvarez. Mil gracias por su asesoría, su apoyo incondicional y paciencia durante el desarrollo del trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Enfoques curriculares.....	3
2.1.1. Enfoque sistemático-complejo.....	3
2.2. Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería	6
2.2.1. Campo de las ciencias básicas y matemática	6
2.2.2. Campo de las ciencias de ingeniería	7
2.2.3. Campo social-humanística	7
2.2.4. Campos de conocimiento científico	7
2.3. Estructura curricular	9
2.3.1. Disciplinas involucradas	9
2.3.1.1. Ciencias naturales y exactas	10
2.3.1.2. Ingeniería y tecnología	10
2.3.1.3. Ciencias sociales	11
2.3.1.4. Humanidades.....	11
2.3.2. Subdisciplinas.....	14
2.4. Criterios de comparación.....	15
2.4.1. Criterio de comparación por ejes de formación	15

2.4.2.	Criterio de actividad.....	15
2.4.3.	Criterio de flexibilidad	16
2.4.4.	Flexibilidad curricular de asignaturas electivas	17
2.4.5.	Criterio de exclusión	22
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
3.1.	Variables	23
3.1.1.	Variables dependientes	23
3.1.2.	Variables independientes midiendo los indicadores con respecto a criterios	25
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	25
3.3.	Recursos humanos disponibles	26
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	26
3.5.	Técnicas cualitativas y cuantitativas.....	26
3.5.1.	Cualitativa.....	27
3.5.2.	Cuantitativa	27
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	27
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	30
4.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.....	35
4.1.	Comparación por ejes de formación.....	37
4.1.1.	Disciplinas (total de asignaturas obligatorias)	49
4.1.2.	Disciplinas (total de asignaturas optativas)	49
4.1.3.	Subdisciplinas (total de asignaturas obligatorias)....	69
4.1.4.	Subdisciplinas (total de asignaturas optativas).....	70

4.2.	Comparación de asignaturas por actividad.....	77
4.3.	Comparación de asignaturas por flexibilidad	84
4.4.	Comparación de asignaturas por exclusión.....	111
CONCLUSIONES		123
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
APÉNDICES		135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ejes formativos de concreción	4
2.	Campos del conocimiento involucrados en la formación de los ingenieros químicos de la USAC que corresponde al eje macro	5
3.	Comparación de los campos del conocimiento involucrados en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual	8
4.	Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual en el campo de las ciencias naturales y exactas.	12
5.	Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual en el campo de ingeniería y tecnología.....	13
6.	Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la Reforma Curricular actual en el campo de las ciencias sociales y humanidades.....	13
7.	Diagrama de procedimiento de recolección de la información	28
8.	Esquema general observado en las mallas curriculares analizadas	37

TABLAS

I.	Operalización de la variable dependiente, estructura de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Química.....	23
II.	Operalización de la variable independiente	25
III.	Relación de asignaturas por ejes de formación	30
IV.	Total de créditos por ejes de formación.....	30
V.	Relación de asignaturas teóricas y prácticas.....	31
VI.	Relación de asignaturas obligatorias y optativas de mallas currículos.....	31
VII.	Comparación de los currículos en cuanto al criterio de flexibilidad.....	32
VIII.	Relación de asignaturas electivas	32
IX.	Comparación por exclusión de asignaturas que no tiene el plan base	33
X.	Listado de las veinte universidades seleccionadas estableciendo el <i>ranking</i> de la web a nivel latinoamericano	35
XI.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ciencias naturales y exactas	39
XII.	Resumen de las asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias naturales y exactas	41
XIII.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ingeniería y tecnología.....	42
XIV.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ingeniería y tecnología.....	44
XV.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ciencias sociales	45
XVI.	Resume de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias sociales.....	46

XXVII.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento humanidades.....	47
XXVIII.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de humanidades.....	48
XIX.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ciencias naturales y exactas	50
XX.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas del eje de ciencias naturales y exactas	53
XXI.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ingeniería y tecnología.....	53
XXII.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ingeniería y tecnología	63
XXIII.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ciencias sociales	65
XXIV.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias sociales	66
XXV.	Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento humanidades.....	67
XXVI.	Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de humanidades.....	68
XXVII.	Relación de los ejes de formación de las asignaturas obligatorias y optativas de las universidades analizadas	71
XXVIII.	Relación de los ejes de formación de las asignaturas obligatorias de las mallas curriculares de universidades analizadas	74

XXIX.	Relación de las asignaturas obligatorias y optativas por actividad práctica, teórica e investigación y desarrollo tecnológico de las universidades analizadas	78
XXX.	Relación de asignaturas obligatorias, optativas requeridas y no requeridas con las universidades analizadas.....	80
XXXI.	Relación de los créditos obligatorios de los ejes de formación con las universidades analizadas.....	82
XXXII.	Relación de los créditos obligatorios, optativas requeridas y optativas no requeridos con los ejes de formación con las universidades analizadas.....	83
XXXIII.	Relación de asignaturas en los primeros cuatro semestre de la carrera de Ingeniería Química de acuerdo al criterio de comparación por flexibilidad de las universidades analizadas.....	85
XXXIV.	Relación de asignaturas en los primeros cuatro semestres de la carrera de Ingeniería Química en el eje de Ingeniería y tecnología de universidades analizadas	86
XXXV.	Relación de asignaturas optativas de acuerdo al criterio de comparación por flexibilidad del quinto al décimo segundo semestre de las universidades analizadas	87
XXXVI.	Relación de asignaturas electivas de acuerdo al criterio de flexibilidad, seguido la especialización o profundización de la carrera de Ingeniería Química de las universidades analizadas	90
XXXVII.	Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación de ciencias naturales y exactas de las universidades analizadas.....	93

XXXVIII.	Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación ingeniería y tecnología a partir de la universidad 1 a la 11 con la universidad base	95
XXXIX.	Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación ingeniería y tecnología a partir de la universidad 12 a la 20 con la universidad base	96
XL.	Relación de asignaturas no contempladas en el plan de estudio base	97
XLI.	Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de ciencias sociales de las universidades analizadas.....	98
XLII.	Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de humanidades de las universidades analizadas.....	99
XLIII.	Relación de las asignaturas obligatorias excluyentes de la U_2 a la U_{11} con la universidad base	100
XLIV.	Relación de las asignaturas obligatorias excluyentes de la U_{12} a la U_{20} con la universidad base.....	103
XLV.	Relación de asignaturas optativas excluyentes de la U_2 a la U_{11} con la universidad base	106
XLVI.	Relación de las asignaturas optativas excluyentes de la U_{12} a la U_{20} con la universidad base	109
XLVII.	Contenidos de la asignatura diseño de procesos	117
XLVIII.	Contenido de la asignatura aprovechamiento industrial de los recursos naturales.....	118
XLIX.	Contenido de la asignatura introducción a la Ingeniería Química	119
L.	Contenido de la asignatura diseño de reactores.....	121

GLOSARIO

CNYE	Ciencias Naturales y Exactas.
Criterio	Es una norma para conocer la verdad, juzgar o estimar. Es el tipo, medida o modelo que se usa para tomar decisiones, hacer cosas o formular juicios acerca de algo. Es un juicio o discernimiento. Los criterios deben aplicarse para cada uno de los parámetros y estándares dentro de su respectiva categoría de análisis. Instrumento que permite analizar niveles de calidad con distinto grado de concreción. De los criterios, que se relacionan con la consecución de objetivos, suelen derivarse estándares e indicadores.
CS	Ciencias sociales.
Currículo flexible	Es aquel en el cual, además de las asignaturas obligatorias se ofrecen al educando una serie de asignaturas de carácter electivo, que brindan al educando la posibilidad de elegir entre un abanico de oportunidades, algunas de ellas. Esto significa que en este currículo no hay un solo derrotero, sino que se presentan alternativas o caminos, todos válidos. Estas asignaturas electivas no deben ir más allá de una orientación para profundizar en la formación o

para acceder a especialización, en estos casos se optan por títulos con menciones en algún área en particular.

Cursos obligatorios Conjunto de asignaturas propias de la titulación que se está cursando y que es necesario superar para obtener el título.

Cursos optativos Parte del programa que se relaciona con una materia que pertenece a un área de intensificación de conocimiento de una carrera, y en la cual el alumno puede matricularse en un área concreta para completar los créditos requeridos en el plan de estudio.

Disciplinas Materia o grupo de materias en el marco de un mismo campo o área del saber.

Ejes de formación Campo diferenciado del saber.

H Humanidades.

IT Ingeniería y tecnología.

Libre elección Son aquellas asignaturas que brindan al estudiante, la posibilidad de introducirse o ampliar sus conocimientos que le son afines o interesantes, en los que sus capacidades personales logran un mejor desempeño, las asignaturas o actividades

académicas que libremente escoja entre las ofertas por la propia universidad o por otra universidad, con la que se establezca un convenio oportuno.

Malla curricular

Representación gráfica de la distribución de los ciclos de formación y de los cursos contemplados en el plan de estudios; la malla curricular permite hacer visibles las relaciones de prioridad, secuencialización y articulación de los cursos, entre ellos y con los ciclos. Por otro lado, como un esquema de red, el cual tiene en la cuenta los ciclos, campos, disciplinas y áreas; establece relaciones de grado, secuencias sistemáticas y correlatividades entre los diversos cursos del plan de estudio, en forma vertical y horizontal.

Nivel macro

Define los ejes de formación en la malla curricular que corresponde a los campos o áreas del conocimiento (ciencias naturales y exactas, ingeniería y tecnología, ciencias sociales, humanidades, entre otras), que intervienen en el proceso formativo que ofrece la Institución de Educación superior (IES) en un programa o carrera específicas. En el macro currículo, se establecen los objetivos de aprendizaje y competencias específicas de los diferentes campos del conocimiento.

Nivel meso

Define los ejes de formación a nivel intermedio, en la malla curricular que corresponde a las disciplinas (matemática, ciencias químicas, operaciones unitarias, entre otras) y subdisciplinas (química orgánicas, química ambiental, simulación de proceso, entre otras), del proceso formativo que ofrece la Institución de Educación superior (IES) en un programa o carrera específica. En el meso currículo, se establecen los objetivos de las diferentes disciplinas y las competencias específicas de las mismas.

Nivel micro

Define las asignaturas o módulos que corresponden a las diferentes disciplinas y subdisciplinas; en este nivel se establecen en forma particular los objetivos, contenidos, competencias, metodologías docentes, bibliografías, así como formas de evaluación en coherencia con los objetivos, competencias y políticas de los niveles macro y meso.

Ob.

Obligatorias.

Op.

Optativas.

Plan de estudio	Conjunto de actividades de enseñanza-aprendizaje, que contiene la descripción general de los contenidos de una carrera o programa de grado o posgrado, la distribución y secuencia temporal de las mismas, el valor en créditos de cada asignatura o agrupamiento de contenidos y la estructura del propio plan.
Priv.	Privado
Públ.	Público
Subdisciplinas	Se refiere a las temáticas específicas que estructuran una disciplina, debe corresponderse con las especialidades individuales en los ejes de conocimientos.
U₁	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
U₂	Tecnológico de Campeche
U₃	Universidad Autónoma de Santo Domingo
U₄	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
U₅	Universidad Central del Ecuador
U₆	Universidad de Antioquia
U₇	Universidad de Buenos Aires

U₈	Universidad de Costa Rica
U₉	Universidad de El Salvador
U₁₀	Universidad de San Carlos de Guatemala
U₁₁	Universidad del Valle de Guatemala
U₁₂	Universidad Industrial de Santander
U₁₃	Universidad Mayor de San Francisco Xavier
U₁₄	Universidad Nacional Autónoma de México
U₁₅	Universidad Nacional de Colombia
U₁₆	Universidad Nacional de Ingeniería
U₁₇	Universidad Nacional de La Plata
U₁₈	Universidad Nacional del Callao
U₁₉	Universidad Rafael Landívar de Guatemala
U₂₀	Universidad Simón Bolívar

RESUMEN

En el presente trabajo, se constituyen bases de comparación por actividad, flexibilidad y exclusión, de 20 mallas curriculares seleccionadas de carreras de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, con respecto a ejes de formación macro, meso y micro. La base de comparación esta concebida como una actividad que permite al departamento o unidad académica responsable de la carrera universitaria, mejorar la calidad de enseñanza aprendizaje a través del perfeccionamiento y actualización de la malla curricular de la carrera.

Para lograr lo anterior, se eligieron al azar 20 planes de estudios de carreras similares de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, pertenecientes a universidades de 14 países latinoamericanos, todos con programas presenciales y diferente posición en el *ranking* latinoamericano de la *web*. Cabe destacar que el 90 por ciento de las universidades son públicas y el 10 por ciento corresponde a universidades privadas

Según el ingeniero Williams Álvarez, plantea que las asignaturas de los planes de estudios y las mallas curriculares están estructuradas en 3 niveles, siendo estos: macro, meso y micro. Correspondiendo al nivel macro, los campos de conocimientos identificados como: ciencias naturales y exactas, Ingeniería y tecnología, Ciencias sociales, y humanidades, al nivel meso corresponde las disciplinas y subdisciplinas y el nivel micro el conjunto de asignaturas.

Los resultados fueron los siguientes: el conjunto de asignaturas obligatorias y optativas de los diferentes programas analizados por ejes de formación, en ella se observa que el eje de ingeniería y tecnología, es el mayoritario y el porcentaje de asignaturas, promedio de las diferentes universidades, es de 57 por ciento, con respecto al área de ciencias naturales y exactas, el porcentaje promedio de asignaturas, es de 27 por ciento, en el área de ciencias sociales, el porcentaje promedio 7 por ciento, y en el área de humanidades corresponde al 5 por ciento.

Los resultados mostraron que el Tecnológico de Campeche, es más flexible debido a que en los primeros 2 años, los estudiantes se asignan 12 cursos en el campo de ingeniería y tecnología (ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada y diseño) y la Universidad Nacional de La Plata, es completamente rigurosa. De acuerdo al segundo criterio de flexibilidad, 11 de las mallas curriculares analizadas tienen asignaturas para especialización, variando en ellas diferentes tipos de especialización, el cual se refleja el porcentaje de asignaturas electivas con las que cuentan, a medida que estos porcentajes de asignaturas disminuyen los programas, son menos flexibles, hasta llegar hacer programas rígidos, por no contar con asignaturas electivas para acceder a especialización o profundización en un área específica.

En cuanto al criterio de comparación por exclusión de asignaturas que no tiene el plan de estudio base, los resultados mostraron que el 100 por ciento de universidades, tiene gran variedad de asignaturas en el eje de ingeniería y tecnología que la universidad base debe implementar, en cuanto al eje de ciencias naturales y exactas, ciencias sociales y humanidades no se encuentran asignaturas significativas.

OBJETIVOS

General

Comparar utilizando criterios de actividad, flexibilidad y exclusión de 20 mallas curriculares seleccionadas de carreras de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, con respecto a ejes de formación macro, meso y micro.

Específicos

1. Seleccionar 20 planes de estudio de carreras similares de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, que se impartan en universidades latinoamericanas.
2. Clasificar y ordenar las asignaturas con características comunes de las mallas curriculares seleccionadas, por área de conocimiento, disciplina y subdisciplina.
3. Analizar las similitudes y diferencias en las asignaturas obligatorias existentes en las mallas curriculares, seleccionadas de acuerdo a los ejes de formación macro y meso, siguiendo diferentes tipos de comparaciones por actividad, flexibilidad y exclusión.
4. Analizar las similitudes y diferencias en las asignaturas optativas y libre configuración existentes en las mallas curriculares seleccionadas, de acuerdo a los ejes de formación macro y meso, siguiendo diferentes tipos de comparación por actividad, flexibilidad y exclusión.

INTRODUCCIÓN

Los esfuerzos por mejorar la calidad de la educación técnica superior, involucran modificaciones de la malla curricular en su estructura y contenidos para responder a las reformas en el perfil de egreso, el cual queda conformado por las exigencias del mercado laboral. Además, como parte del proceso del diseño curricular, el perfil de ingreso establece las condiciones en conocimientos y actitudes que los interesados deben tener al momento de iniciar la carrera, estos requerimientos van evolucionando durante la trayectoria de la carrera, al igual que lo hace el perfil de egreso, entonces la malla curricular deberá adecuarse para optimizar el proceso educativo.

Sin embargo, en la práctica, la primera actividad para dicha modernización, suele ser la visualización de la actual situación del plan de estudio de la carrera, a través de la comparación de otros planes de carreras similares de Ingeniería Química de otras universidades, con esto se pueden detectar similitudes como diferencias del plan de estudio.

La intención de dicho trabajo, no es hacerla más parecida a otras universidades, sino conocer similitudes y diferencias de la malla curricular actual, en función a otras universidades latinoamericanas. Un análisis comparativo será la fuente adicional del informe, para efectuar un diseño curricular más acorde a las exigencias actuales y como fundamento para la toma de decisiones de la reforma del currículo de la carrera.

1. ANTECEDENTES

La Facultad de Ingeniería, tuvo su origen con el establecimiento de las carreras de ingeniería que fueron creadas en 1875. Desde entonces ha evolucionado para adaptarse progresivamente a las necesidades, que señalan el desarrollo del país y los avances de la ciencia y la técnica. Plan de estudios de 12 ciclos semestrales (1947), Escuela Técnica (1951), traslado a la ciudad universitarias (1959), integración de Ingeniería Química (1967).

A lo largo de la historia de la Facultad, las reformas han sido coyunturales o no han tenido un carácter integral, se han limitado muchas veces a realizar reformas curriculares. La iniciativa de la Asociación de Estudiantes de la Facultad de Ingeniería, plantea a la Junta Directiva, una serie de problemas que conllevan a la reestructuración de la Facultad, en la sesión del 13 de noviembre de 1968.

Durante 1969, se cumple con las metas de trabajo previstas, se inicia formalmente la aplicación de métodos de investigación para la recopilación de la información que servirá para tomar las decisiones pertinentes para el PLANDEREST. Se realizan encuestas a la comunidad estudiantil y docente, codificación, análisis e interpretación de respuestas y seminarios; se obtuvo una visión suficientemente amplia.

Durante un período de 10 años (1970-1980); se lleva a cabo el PLANDEREST, de las acciones enumeradas anteriormente, conforme con las etapas siguientes:

- La reorganización durante (1970-1971); conjunto de acciones iniciales para preparar los cambios, básicamente se establece un marco general de desarrollo y una organización adecuada para que funcione el plan.
- La reestructuración (1970-1971); comprende cambios estructurales de la facultad y aquellos de mayor significado, se realizaron 10 aplicaciones del pensum flexible y sistema de créditos.
- La consolidación (1976-1980); etapa que reforzó los cambios y programas nuevos iniciados en las etapas anteriores, para llevar a cabo la madurez de PLANDEREST.

El nuevo plan de estudios de la Facultad de Ingeniería, se ejecutará conforme, a un pensum flexible dividiéndolo en 4 grupos conocidos como: ciencias básicas y matemática, ciencias de ingeniería, cursos profesionales y cursos complementarios. Se han definido cursos obligatorios y electivos, la proporción de unos y otros, varía de acuerdo al proceso de aprendizaje; básicamente se ha fijado como mínimo que el 20 por ciento del total de cursos sean electivos y 80 por ciento de total de cursos obligatorios.

A partir del mes de enero de 2011, se ha iniciado el proceso de reforma curricular que pretende elevar la competitividad de los futuros profesionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Enfoques curriculares

Al definir en teoría y práctica la manera en la que se van a desarrollar los procesos educativos en determinados contextos, representan para los/as docentes, un referente que les indicará la manera en la que se espera que canalicen su labor. Es decir, un conjunto de asignaturas, podría ser enseñado de distintas maneras, dependiendo del enfoque curricular que predomine en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.1.1. Enfoque sistemático-complejo

“Representa una alternativa respecto a los demás enfoques, ya que le da prioridad a la formación de personas integrales con compromiso ético, que busquen su autorrealización, que aporten al tejido social y que, además sean profesionales idóneos y emprendedores”⁽¹⁾.

Desde el enfoque sistémico-complejo, el diseño curricular consiste en construir de forma participativa y con liderazgo; el currículum como un macro proyecto formativo auto-organizativo, que pretende formar seres humanos integrales, con un claro proyecto ético de vida y espíritu emprendedor global.

1. TOBÓN, Sergio. El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular, acción pedagógica, Núm.16. Enero-diciembre. 2007. Madrid, España.

“Destaca que esto se debe reflejar en poseer las competencias necesarias para la realización personal, el afianzamiento del tejido social y el desempeño profesional-empresarial, tomando en cuenta el desarrollo sostenible y el cuidado del ambiente ecológico.

Señala también que el fin del diseño curricular desde el enfoque sistémico-complejo, es fomentar en la institución educativa un evidente liderazgo y trabajo en equipo que gestione con calidad el aprendizaje, con base en un proyecto educativo institucional, compartido por toda la comunidad educativa, que incluya estrategias de impacto que promuevan la formación integral de los estudiantes, y dentro de esta el desarrollo y fortalecimiento del proyecto ético de vida, el compromiso con los retos de la humanidad, la vocación investigadora y la idoneidad profesional mediante competencias genéricas y específicas”⁽²⁾. Siguiendo los lineamientos desde el enfoque sistémico-complejo, la malla curricular de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, esta estructurada por ejes formativos de concreción macro, meso y micro, los cuales se muestran a continuación.

Figura 1. **Ejes formativos de concreción**

EJES MACRO	EJE MESO		EJE MICRO
Campos del conocimiento científico y tecnológico	disciplinas	subdisciplinas	Asignaturas

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño. p.1

2. TOBÓN, Sergio. El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular, acción pedagógica, Núm.16. Enero-diciembre. 2007. Madrid, España.

Los campos del conocimiento científico y tecnológico involucrado en la formación de ingenieros químicos de acuerdo al manual de Frascati, son los siguientes:

- Campo de las ciencias naturales y exactas
- Campo de la ingeniería y tecnología
- Campo de las ciencias sociales
- Campo de las humanidades

Siendo estos los cuatro ejes formativos de nivel macro, tal como se muestra en la figura 2. A los campos de conocimiento también se le conoce como áreas de conocimiento o bien áreas formativas.

Todos los conocimientos que requiere un ingeniero químico a nivel de grado o bien a nivel de posgrado, se agruparán en estos 4 ejes de conocimiento, por lo tanto en este nivel macro, deben plantearse también, los objetivos y las competencias macro de la carrera o programa que administra la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), ejes al cual corresponde al perfil de egreso de dicho programa.

Figura 2. **Campos del conocimiento involucrados en la formación de los ingenieros químicos de la USAC que corresponde al eje macro**

EJES MACRO	EJES MESO		EJES MICRO
Campos del conocimiento científico y tecnológico	Disciplinas	Subdisciplinas	Asignaturas

Continuación de la figura 2.

Ciencias naturales y exactas
Ingeniería y tecnología
Ciencias sociales
Humanidades

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño. p.2.

2.2. Plan de Reestructuración de la Facultad de Ingeniería

Denominado PLANDEREST, planeado y desarrollado en la década de los años 70 del siglo XX, llamó a los campos del conocimiento científico y tecnológico involucrado en la formación de ingenieros químicos.

2.2.1. Campo de las ciencias básicas y matemática

Su ubicación corresponde con la etapa básica de las carreras de ingeniería. Se orienta dentro de un ambiente científico cuantitativo, donde los cursos de matemática servirán de columna vertebral para integrar al resto de cursos básicos.

2.2.2. Campo de las ciencias 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.

2.2.3. Campo social-humanística

Apoyo para proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios, con el objetivo de adaptar mejor al estudiante con el medio en que llevará a cabo su ejercicio profesional.

2.2.4. Campos del conocimiento científico

Se ubica en la etapa profesional de las carreras de ingeniería, comprenden cursos de aplicación que por su índole, caracterizan plenamente las distintas ramas de la profesión.

Denominados también, campos de saberes, constituyen una categoría ordenadora y articuladora del conocimiento de modo no fragmentario, base de la estructura curricular. Buscan establecer vínculos con los conocimientos disciplinares y las ramas o subdisciplinas, para evitar conocer las disciplinas y subdisciplinas únicamente en su condición fragmentaria, sino como un todo del conocimiento.

Cuando se dice que es una categoría ordenadora y articuladora, se refiere a que es un constructo producido por la exigencia de organizar los conocimientos no fragmentariamente; por lo tanto no son recortes de la realidad objetiva, no es que cada campo exprese una parcela de la realidad, y su

articulación se deba a una sumatoria de partes de la realidad. Formando con ellos, los ejes macro de la estructura curricular. La figura 3 muestra esta comparación.

Figura 3. Comparación de los campos del conocimiento involucrados en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual

EJES MACRO	EJES MACRO
Reforma 2011-2013	PLANDEREST-1971
Campos del conocimiento científico y tecnológico	Campos del conocimiento científico y tecnológico
Ciencias naturales y exactas	Ciencias básicas y matemáticas
Ingeniería y tecnología	Ciencias de ingeniería y profesionales
Ciencias sociales	Social-humanística
Humanidades	

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño. p.2

Es una categoría que funciona como un instrumento que permite agrupar áreas de saberes y conocimientos, de tal manera que se tenga una perspectiva integral del conocimiento de manera operativa y que sirva al mismo tiempo como un modo de pensar integralmente los conocimientos. Existen por tanto, criterios que justifican la agrupación y organización de determinadas disciplinas de saberes y conocimientos dentro de cada campo y esto obedece a consensos previos, ya definidos por afinidades propias de las especialidades y también a exigencias históricas que justifican la incorporación de algunas de estas en algunos campos.

Esto depende también de criterios estratégicos concretos. Los campos de saberes y conocimientos, han tenido su origen en la cosmovisión de los pueblos indígenas originarios, especialmente en su concepción integral y holística, que incorpora las 4 dimensiones de la realidad, convertidas en campos en función de sus usos concretos y comunitarios para la vida.

2.3. Estructura curricular

Incorporar y agrupar las disciplinas y subdisciplinas en campos, tiene una función parecida a las teorías de la complejidad, es decir, convertirse en una perspectiva para articular y agrupar con sentido concreto las diferentes disciplinas y subdisciplinas y sus respectivos contenidos. A partir de los campos se tiene una perspectiva más integral de los conocimientos, comprendiendo las conexiones que los conocimientos tienen entre sí, aprendiendo a tener una nueva perspectiva de los conocimientos, se aprende a relacionarlos entre sí, con un sentido concreto y práctico, y se abre a una perspectiva holística del conocimiento.

Por tanto, se puede comprender no sólo la utilidad de los conocimientos, sino también poder afrontar de otra forma los daños colaterales que puede tener la producción de conocimientos fragmentarios. A cada uno de los campos del conocimiento científico y tecnológico, corresponden disciplinas y ramas de cada una de ellas; denominadas también subdisciplinas.

2.3.1. Disciplinas involucradas

En la formación de ingenieros químicos, las materias o grupos de materias en el marco de un mismo campo o área del saber, son parte de los 4 ejes macro y corresponden de la siguiente manera: al eje formativo.

2.3.1.1. Ciencias naturales y exactas

En esta gran área de conocimiento conviven disciplinas, esta diversidad se coloca al frente de un área de las ciencias básicas y aplicadas con múltiples y variadas líneas de investigación, le corresponden las siguientes disciplinas:

- Matemática
- Ciencias físicas
- Estadística
- Ciencias químicas
- Ciencias biológicas
- Ciencias de la tierra relacionadas con el ambiente
- Informática.

2.3.1.2. Ingeniería y tecnología

Alto nivel científico y tecnológico, con conocimientos sólidos y generales que le permiten ser capaz de identificar, analizar, planear, diseñar, organizar, producir y operar; al desarrollo e investigación que le permiten responder a las necesidades que se presentan en el campo de trabajo que le corresponde las siguientes disciplinas:

- Físicoquímica
- Operaciones Unitarias
- Ingeniería Aplicada y Diseño.

2.3.1.3. Ciencias sociales

Constituye una pauta básica en las Ciencias Sociales y las Humanidades, en tanto aporta un análisis riguroso por medio de la crítica y valorización de una variedad de fuentes, para fundar el estudio de los procesos que forman los grupos sociales, las identidades nacionales y las transformaciones económicas, políticas y culturales en los asuntos humanos. Al eje formativo de las ciencias sociales, corresponden las disciplinas:

- Psicología
- Economía
- Sociología
- Derecho

2.3.1.4. Humanidades

Formar profesionales especializados para realizar un ejercicio experto en el campo de las humanidades, así como investigadores preparados para la búsqueda de la soluciones a los problemas de la realidad humana, social, económica y política en el ámbito de las humanidades. Al eje formativo de las humanidades corresponden las disciplinas:

- Lengua y literatura
- Historia
- Filosofía
- Arte
- Deportes

Las 19 disciplinas son parte de los ejes formativos del nivel meso de la carrera de Ingeniería Química de la USAC. En este nivel, es importante tener bien estructurados los objetivos y competencias disciplinares, las cuales estarían en coherencia directa con el perfil de egreso a nivel macro. Las figuras 4, 5 y 6, muestran las disciplinas que corresponden al nivel meso.

Figura 4. **Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual en el campo de las ciencias naturales y exactas**

EJES MACRO	EJES MESO	EJES MESO
	Reforma 2011-2013	PLANDEREST-1971
CAMPOS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	DISCIPLINAS	DISCIPLINAS
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS	Matemáticas	Matemáticas
	Ciencias físicas	
	Estadística	
	Ciencias química	Física
	Ciencias biológicas	
	Ciencias de la tierra relacionadas con el ambiente	Química
	Informática	Estadística

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño. p.4

Figura 5. **Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual en el campo de ingeniería y tecnología**

EJES MACRO	EJES MESO	EJES MESO
	Reforma 2011-2013	PLANDEREST-1971
CAMPOS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	DISCIPLINAS	DISCIPLINAS
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	Fisicoquímica	Fisicoquímica
	Operaciones unitarias	Operaciones unitarias
	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería aplicada y diseño

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de ingeniería química en el marco del rediseño. p.5

Figura 6. **Comparación de las disciplinas involucradas en la formación de los ingenieros químicos de acuerdo al PLANDEREST y a la reforma curricular actual en el campo de las ciencias sociales y humanidades**

EJES MACRO	EJES MESO	EJES MESO
	Reforma 2011-2013	PLANDEREST-1971
CAMPOS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO	DISCIPLINAS	DISCIPLINAS

Continuación de la figura 6.

CIENCIAS SOCIALES	Psicología	Psicología
	Economía	Economía
	Sociología	Sociología
	Derecho	Derecho
HUMANIDADES	Lengua y literatura	Lengua y literatura
	Historia	Historia
	Filosofía	Filosofía
	Arte	Arte
	Deportes	Deportes

Fuente: ÁLVAREZ, Williams. Lineamientos y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño. p.5

2.3.2. Subdisciplinas

Las subdisciplinas o redes de las disciplinas involucradas en la formación de ingenieros químicos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, son las extensiones que se le han dado a cada una. En este nivel también se plantean los objetivos y competencias que corresponden en nivel meso de la carrera, los cuales corresponden a las subdisciplinas en coherencia con la disciplina y el perfil de egreso.

2.4. Criterios de comparación

La comparación de las mallas curriculares, esta basada en el análisis de las diferencias y similitudes en asignaturas existentes en las mallas, determinando el esfuerzo porcentual (número de asignaturas sobre el total), aplicando en las áreas de formación de carreras similares de Ingeniería Química de las universidades analizadas.

2.4.1. Criterio de comparación por ejes de formación

“La comparación por ejes o áreas de formación, consiste en determinar el porcentaje de asignaturas respecto al total de asignaturas de la carrera de Ingeniería Química con respecto a los 4 ejes denominados: ciencias naturales y exactas, ingeniería y tecnología, ciencias sociales y humanidades. De esta forma, se puede visualizar rápidamente el esfuerzo que cada plan de estudio le dedica a cada área de formación.”⁽³⁾

2.4.2. Criterio de actividad

“Divide las asignaturas del plan de estudio en asignaturas teóricas, prácticas e investigación y desarrollo tecnológico de trabajo de graduación. El número de asignaturas de cada actividad, se expresa en porcentaje sobre el total de asignaturas del plan de estudios.”⁽³⁾

3 VALLE, Mauricio. Bases de Comparación de mallas curriculares de carreras de Ingeniería Civil.

Respecto a las actividades prácticas, se entenderán aquellas que hagan uso de infraestructura de laboratorio, en donde se pone en práctica la teoría adquirida en las asignaturas teóricas cursadas con anterioridad o en paralelo a la actividad práctica, mediante instrumentos de medición, máquinas o software. Las asignaturas de investigación y desarrollo tecnológico, hacen mención al trabajo de graduación que el estudiante realiza para optar al título de ingeniero químico, que por lo general tienen una duración de un año académico.

2.4.3. Criterio de flexibilidad

“Flexibilidades de los planes curriculares, se entienden como la capacidad que tiene el plan de asumir asignaturas de las especialidades de ingeniería aplicada o de ciencias de la ingeniería en momentos tempranos al inicio de la carrera. Los primeros 4 semestres de la carrera, equivalen a los 2 primeros años de contacto del estudiante con su elección profesional, por tal motivo, se ha elegido ese período de tiempo para verificar, cuál es el grado de acercamiento que la carrera ofrece a sus nuevos estudiantes.

Mientras mayor el número de asignaturas de las áreas de ciencias de la ingeniería y de ingeniería aplicada al inicio de la carrera, se entenderá que el plan de estudio tiene mayor grado de flexibilidad. Además se incluye en el concepto de flexibilidad, el grado de posibilidad de elección del estudiante y concilien el logro de sus intereses personales con sus necesidades de formación en relación a una inserción laboral futura.”⁽⁴⁾

4 VALLE, Mauricio. Bases de Comparación de mallas curriculares de carreras de Ingeniería Civil.

De esta forma, el alumno puede con ciertas limitaciones, conformar su propio plan de estudios de acuerdo a sus propias preferencias. Estas asignaturas, son de tipo electivo y obligatorios, mientras mayor sea el porcentaje de este tipo de asignaturas, se entenderá que el plan de estudio tiene mayor grado de flexibilidad.

2.4.4. Flexibilidad curricular de asignaturas electivas

Es una idea amplia que tiene diferentes significados. Mientras para unos se relaciona con una oferta diversa de cursos, para otros tiene que ver con la aceptación de una diversidad de competencias, ritmos, estilos, valores culturales, expectativas, intereses y demandas, que pueden favorecer el desarrollo de los estudiantes. También puede significar la capacidad de los usuarios del proceso formativo de poder escoger el contenido, el momento y los escenarios de sus aprendizajes.

“Currículo flexible, se ha ido convirtiendo en una herramienta metodológica para otorgar un nuevo sentido a los diferentes aspectos que plantean las reformas académicas en la educación superior. Desde este punto de vista, la noción de flexibilidad curricular esta asociada, como marco general a reformas de la educación superior en aspectos tales como; la reorganización académica, el rediseño de programas académicos y de sus planes de estudio, la transformación de los modelos de formación tradicional, la redefinición del tiempo de formación, una mayor asociación de la formación a las demandas del entorno laboral.”⁽⁵⁾

5 DÍAZ, Mario, Flexibilidad y organización de la educación superior, flexibilidad académica y curricular en la institución de educación superior. PEDROZA, René y GARCIA, Bernardino, Edición Porrúa. México. 2005.

“Características de un plan flexible:

- La flexibilidad es un principio relacional que puede estar presente en un tipo de organización, clasificación o distribución y en un tipo de relación social
- Persigue adecuar permanentemente los nuevos conocimientos a los procesos de formación, lo que implica la actualización permanente de la disciplina.
- Promueve la capacidad de decisión en el alumno, en el momento de elegir las asignaturas o módulos que debe cursar y lo ayuda a determinar el ritmo de sus estudios.
- Fomentar el trabajo colegiado de docentes e investigadores, al darle una nueva función a la academia; en este sentido, la flexibilidad impone antes la formación decente para sensibilizar a los profesores hacia el cambio y los prepare en las estrategias y técnicas didácticas que hagan exitoso su plan.
- Propicia la comunicación horizontal y vertical de los contenidos al evitar la rigidez de materias secuenciales, con lo que mejora la comunicación de todo el plan.
- Facilitar la movilidad de los actores académicos, tanto estudiantes como docentes, primero hacia el interior de la institución, pero también se puede lograr esto con otras instituciones y países.

- Opta por un aprendizaje integral mediante el contacto de los estudiantes con el mundo circundante ya que al tener acceso a una amplia gama de áreas disciplinares, se lo forma en diversas estrategias que le permiten ampliar sus expectativas de aprendizaje.
- Vincula la universidad con otras instituciones de la sociedad.
- Busca la formación de un hombre comprometido con sus circunstancias, reflexivo, y polivalente (conocimiento y experiencia panorámica en el campo laboral de su disciplina).
- Estimula la interdisciplinariedad, disciplinariedad y transdisciplinariedad al situar la disciplina en el área de conocimiento y al actuar en la resolución de problemas reales.
- Redimensiona el papel que juega el docente como sujeto social que convoca al alumno a establecer el diálogo y a explorar sus propias intencionalidades.
- Hace viable el sistema de créditos, aspecto que el estudiante representa un serio obstáculo, porque cada institución evalúa con diferentes parámetros.”⁽⁶⁾

6 PEDROZA, René. Propuesta de un modelo curricular flexibilidad para mejorar la calidad de la formación profesional, pp.5-10.

“La flexibilidad curricular se puede dar a partir del sistema mismo, la estructura curricular, la estructura de saberes disciplinares, profesionales, las formas de enseñarlos, la implementación y ejecución curricular. La flexibilidad curricular del sistema mismo, aquella que permite la conjunción de disciplinas a través de la interacción entre facultades y entidades de investigación, a partir de las cuales se generan nuevos perfiles de egreso. Ello propicia la interdisciplinariedad a partir de la integración de grupos de estudio de diversas disciplinas.

La flexibilidad curricular del sistema mismo, aquella que permite la conjunción de disciplinas a través de la interacción entre facultades y entidades de investigación, a partir de las cuales se generan nuevos perfiles de egreso. Ello propicia la interdisciplinariedad a partir de la integración de grupos de estudio de diversas disciplinas.”⁽⁷⁾

Según Santiago Correa, plantea que la flexibilidad curricular de la estructura del plan, se puede organizar a partir de un tronco básico de conocimientos y otra parte flexible, es opcional para la elección de los estudiantes. Lo anterior le permite al estudiante profundizar en las áreas de interés y conocer el contexto de su profesión al poder cursar.

Otra parte, la flexibilidad en la estructura de saberes y las formas de enseñarlos, tienen que ver con la seriación de las asignaturas y con el seguimiento lógico de conocimiento que van guiando de lo general a lo particular, considerado a este como el método tradicional que asegura la transmisión de un conjunto de conocimiento, aunque el aprendizaje no sea tan lógico ni tan secuencial.

7 Escalona, Lina. Investigación bibliotecológica, vol. 22, Número 44, enero/abril, 2006, México. pp. 143-160.

“Una estructura rígida en la secuencia de asignaturas, no le permite al estudiante ir de una signatura a otra para conformar el conocimiento integral que le interesa.

El diseño de una estructura curricular flexible, implica seleccionar, organizar y distribuir los contenidos, lo cual ha de hacerse tomando en cuenta su relevancia, pertinencia, utilidad social e individual, contextualización, aplicabilidad e impacto. En canto a la organización, esta se puede hacer por áreas, núcleos, módulos, proyectos o asignaturas, y la distribución se puede realizar por módulo o por competencias.

Todo lo anterior queda enmarcado en ciclos de formación, que conllevan un currículo por ciclos en donde las licenciaturas serán cortas y el principio de su formación permanente.

Cabe mencionar que la flexibilidad en la implementación y la ejecución curricular, implica el cambio de las estrategias de enseñanzas y centra el trabajo en el estudiante, con lo cual lo compromete con su aprendizaje y con la generación de nuevo conocimiento. En este contexto, el profesor se convierte en facilitador de la enseñanza y guía al alumno para obtener y aprovechar esta, para lo cual también requiere de formación.”⁽⁸⁾

8 Escalona, Lina. Investigación bibliotecológica, vol. 22, Número 44, enero/abril, 2006, México. pp. 143-160.

2.4.5. Criterio de exclusión

“Permite verificar qué asignaturas tiene y no tienen el plan de estudios de la Universidad de San Carlos de Guatemala de la Escuela de Ingeniería Química, con respecto a otras mallas curriculares de las universidades latinoamericanas seleccionadas. Este análisis se efectúa agrupando las asignaturas por campos de formación.

Para verificar qué asignaturas tienen las mallas curriculares, se realiza una tabla en la cual se registran todas las asignaturas que son comunes a ambas mallas. También asignaturas que no están en la malla curricular de referencia, la finalidad de dicha actividad, es verificar qué asignaturas no están en la malla curricular y que en otras malla curriculares si las tienen, y en la otra se verifica qué asignaturas incluye la malla curricular y que los otros no las tienen.”⁽⁹⁾

Los criterios de comparación, son útiles para descubrir una posible debilidad del plan de estudio por obsolescencia de contenidos de asignaturas, que ya debieran ser descontinuadas o modificadas para adaptarlas a la realidad tecnológica actual. Esto es de especial consideración en carreras técnicas, en vista de los rápidos avances tecnológicos que producen nuevas tecnologías, aumentando la posibilidad de que el plan de estudio de dichas carreras, sufran de obsolescencia, de modo que es necesario una revisión periódica de las asignaturas y sus contenidos para mantenerlas actualizadas.

9 VALLE, Mauricio. Bases de Comparación de mallas curriculares de carreras de Ingeniería Civil.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Las variables a considerar en la comparación de diferencias y similitudes del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química de las universidades seleccionadas latinoamericanas.

3.1.1. Variable dependiente

La representación gráfica de la distribución de los ciclos de formación, y de los cursos contemplados en el plan de estudios; la malla curricular permite hacer visibles las relaciones de prioridad, secuencialización y articulación de los cursos entre ellos y con los ciclos, la cual es manejada en la investigación.

Tabla I. **Operalización de la variable dependiente, estructura de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Química**

Variables dependientes	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Estructura de la malla curricular de la Escuela de Ingeniería Química	Campos de conocimiento	Ciencias naturales y exactas	Porcentual
		Ingeniería y Tecnología	
		Ciencias Sociales	
		Ciencias médicas	
		Humanidades	

Continuación de la tabla I.

Estructura de la malla curricular de la carrera de Ingeniería Química	Disciplinas	Química	Porcentual
		Física	
		Matemática	
		Estadística	
		Biología	
		Ingeniería aplicada y diseño	
		Fisicoquímica	
		Operaciones unitarias	
		Economía	
	Subdisciplinas	Química	
		Termodinámica	
		Fisicoquímica	
		Fenómenos de transporte	
		Procesos químicos	
		Tecnología de alimentos	
		Tecnología petroquímica	
		Tecnología ambiental	
		Tecnología textil	
		Tecnología farmacéutica	
		Biotecnología	
		Diseño experimental y metodología de la investigación	
		Gestión de innovación y tecnología	
		Tecnología de los materiales	
	Tecnología polímeros		
	Asignaturas	Número de créditos	
		Teórica	
		Prácticas	
		Obligatorias	
		Optativas	
		Profesionales	
Exclusión			
Obligatorias y optativas subdisciplina diseño			
Obligatorias y optativas subdisciplina operaciones unitarias			

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variable independiente midiendo los indicadores con respecto a criterios

Los criterios para comparar las mallas curriculares son: el porcentaje de flexibilidad, la actividad y exclusión de las asignaturas a partir de la distribución porcentual de los créditos en los ciclos, el número de créditos obligatorios, optativos y electivos, el número de créditos orientados a la formación investigativa y a las prácticas; las modalidades y los métodos planteados; los requisitos de grado; el diseño de la malla curricular y la información contenida en ella.

Tabla II. Operalización de la variable independiente

Criterios	Indicadores
Flexibilidad	Asignaturas profesionales antes del cuarto semestre
Actividad	Asignaturas teóricas
	Asignaturas prácticas
Exclusión	Asignaturas que no tienen la estructura curricular de referencia
	Asignaturas obligatorias y optativas en la subdisciplina diseño
	Asignaturas obligatorias y optativas en la subdisciplina fenómeno de transporte

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

El estudio se realizará en América del norte, centro y sur de universidades seleccionadas para el análisis comparativo, lo importante será que el núcleo de la especialidad sea la misma.

3.3. Recursos humanos disponibles

El éxito del trabajo de investigación, depende de una serie de factores, en su mayoría, referidos a la actividad de recursos humanos, quien posee el conocimiento, la experiencia y sobre todo el liderazgo dentro de la organización, a continuación se enlista los recursos humanos disponibles:

- Asesor: Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía.
- Director de Escuela: Ing. Víctor Manuel Monzón

3.4. Recursos materiales disponibles

En el desarrollo de dicha investigación, se utilizaran recursos físicos valiosos que facilitaron el avance del proyecto. Dichos recursos con los que se contaron fueron:

- Equipos de computación
- Libros de texto
- Información y documentación proporcionada por la escuela de ingeniería química
- Internet
- Tesis

3.5. Técnicas cualitativas y cuantitativas

En la interpretación de los resultados, se hace uso de la técnica cualitativa, esto se realizan por medio de las variables preestablecidas anteriormente. Y a partir de métodos estadísticos a partir de los porcentajes de comparación la técnica cuantitativa.

3.5.1. Cualitativa

Se utilizará la técnica cualitativa, la comparación utilizando criterios de actividad, flexibilidad y exclusión de 20 mallas curriculares seleccionadas de la carrera de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, con respecto a ejes de formación macro, meso y micro. La finalidad es establecer diferencias y similitudes de las asignaturas obligatorias y optativas existentes en la mallas.

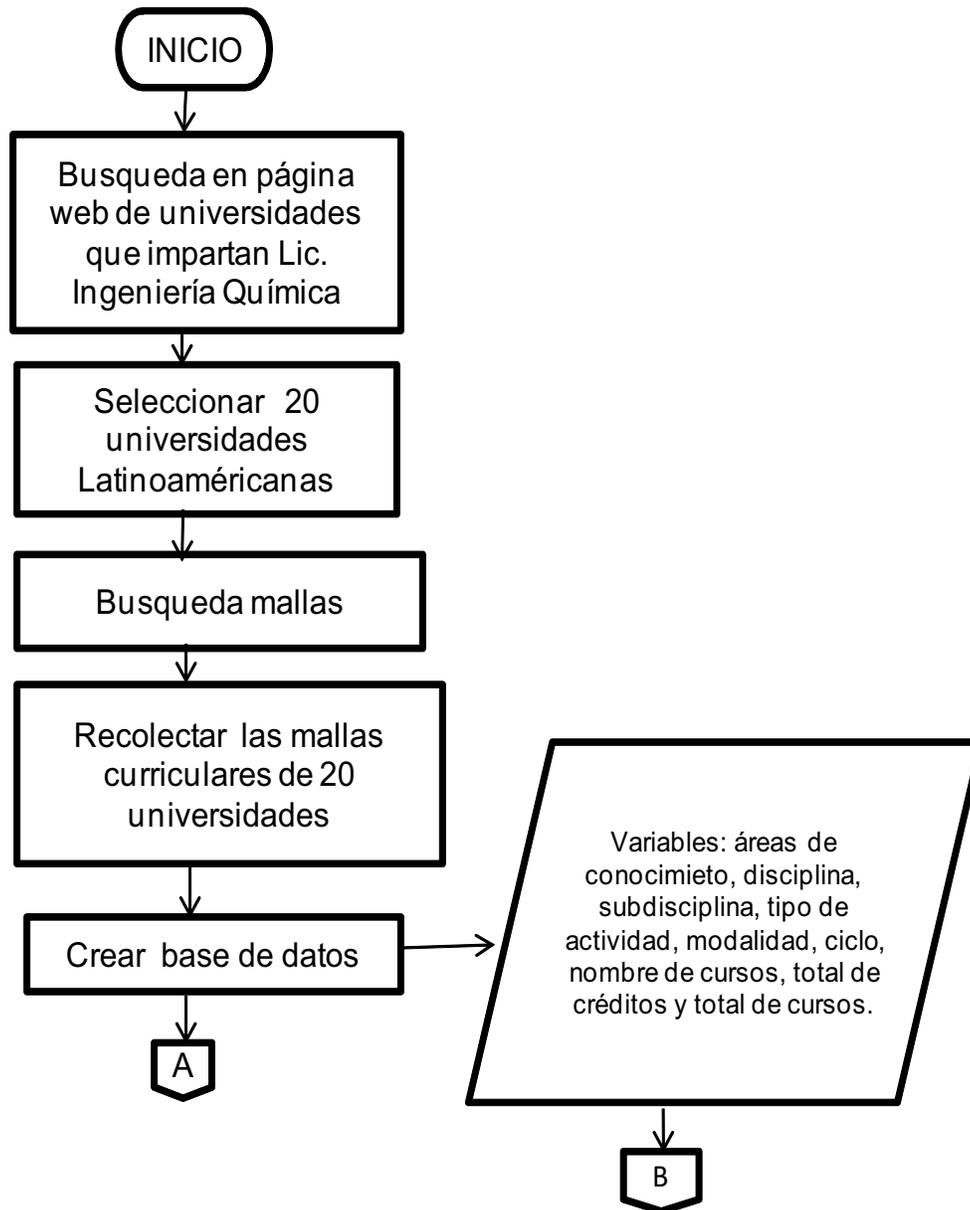
3.5.2. Cuantitativa

Para la información de la carrera de Ingeniería Química seleccionada, se tabulará la información específica en tablas de salida construidas en el efecto. Para cada uno de ellas se va agrupar las asignaturas en los cuatro campos de conocimiento.

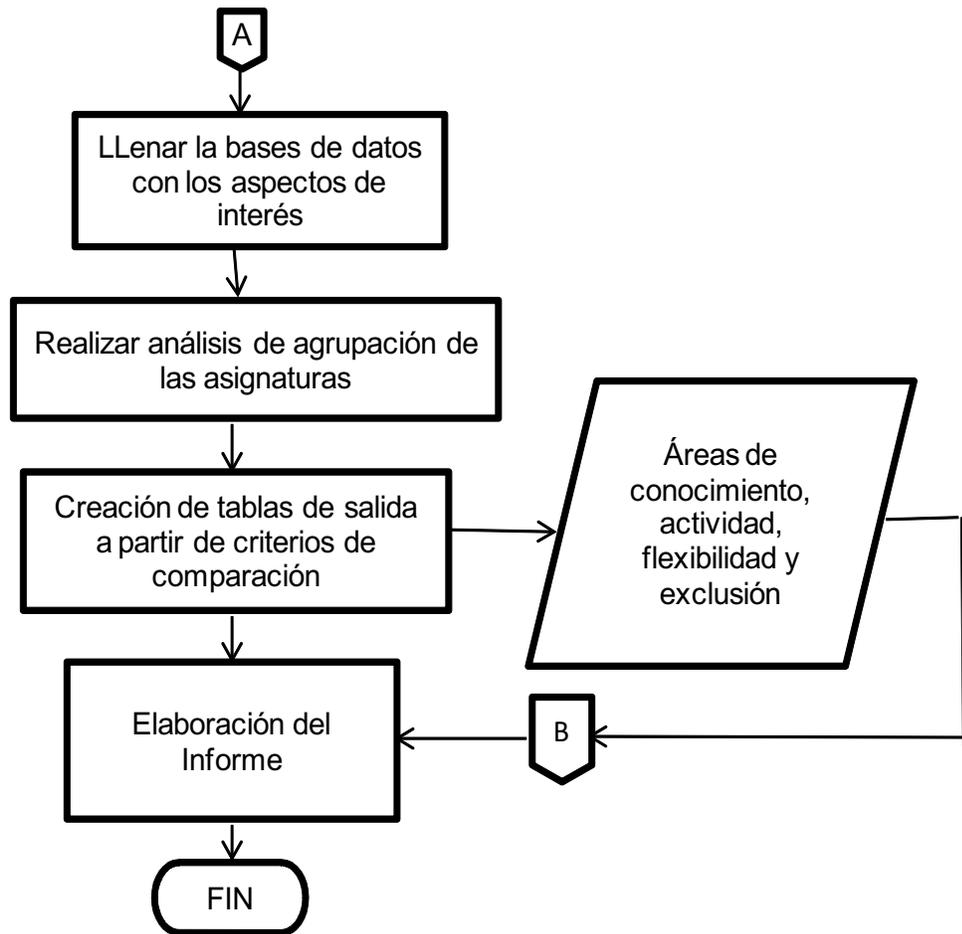
3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Descripción de la gran diversidad de técnicas y herramientas, que se utilizó en el análisis para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la obtención de la información a partir de la web, encuestas, cuestionarios, diagramas de flujo entre otras. Todos estos instrumentos se aplicaron en un momento particular, con la finalidad de buscar información que será útil a la investigación. En la presente figura trata con detalle los pasos que se siguieron en el proceso de recolección y ordenamiento de la información, de las variables de interés del estudio comparativo.

Figura 7. Diagrama de procedimiento de recolección de la información



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Para tabular, ordenar y procesar los datos obtenidos, se utilizarán tablas de salida que a continuación se plantean, con características necesarias; tales como ejes de formación, las universidades, asignaturas, créditos, la actividad teórica y práctica, entre otras.

Tabla III. **Relación de asignaturas por ejes de formación**

Universidades	Ejes de formación					Asignaturas total
	Ciencias Naturales y Exactas	Ingeniería y Tecnología	Ciencias Sociales	Humanidades	Integradora	
	Porcentaje de asignaturas obligatorias y optativas					
USAC	%	%	%	%	%	N_{1+1}
UNALP	%	%	%	%	%	N_{2+2}
UIS	%	%	%	%	%	N_{3+3}
UNI	%	%	%	%	%	N_{4+4}
UBA	%	%	%	%	%	N_{5+5}

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Total de créditos por ejes de formación**

Universidades	Ejes de formación					Total de créditos
	Ciencias Naturales y Exactas	Ingeniería y Tecnología	Ciencias Sociales	Humanidades	Integradora	
	Números de créditos					
USAC	N_1	N_1	N_1	N_1	N_1	N_1
UNALP	N_2	N_2	N_2	N_2	N_2	N_{n+1}
UIS	N_3	N_3	N_3	N_3	N_3	N_{n+1}
UNI	N_4	N_4	N_4	N_4	N_4	N_{n+1}
UBA	N_5	N_5	N_5	N_5	N_5	N_{n+1}

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Relación de asignaturas teóricas y prácticas**

Universidades	ASIGNATURAS				
	Teóricas	%	Práctica	%	Total
USAC	N_1	%	N_1	%	N_{1+1}
UNALP	N_2	%	N_2	%	N_{2+2}
UIS	N_3	%	N_3	%	N_{3+3}
UNI	N_4	%	N_4	%	N_{4+4}
UBA	N_5	%	N_5	%	N_{5+5}

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Relación de asignaturas obligatorias y optativas de mallas currículos**

Universidades	ASIGNATURAS				Total de asignaturas
	Obligatorias	%	Optativas	%	
USAC	N_1	%	N_1	%	N_{1+1}
UNALP	N_2	%	N_2	%	N_{2+2}
UIS	N_3	%	N_3	%	N_{3+3}
UNI	N_4	%	N_4	%	N_{4+4}
UBA	N_5	%	N_5	%	N_{5+5}

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Comparación de los currículos en cuanto al criterio de flexibilidad**

Universidades	SEMESTRES				Total de asignaturas	%	Flexible	
	1°	2°	3°	4°			SI	NO
USAC	N ₁	N ₁	N ₁	N ₁	N _{n+1}	%	X	
UNALP	N ₂	N ₂	N ₂	N ₂	N _{n+1}	%	X	
UIS	N ₃	N ₃	N ₃	N ₃	N _{n+1}	%		X
UNI	N ₄	N ₄	N ₄	N ₄	N _{n+1}	%		X
UBA	N ₅	N ₅	N ₅	N ₅	N _{n+1}	%	X	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Relación de asignaturas electivas**

Universidades	¿Tiene asignaturas para especialización?		¿Cuántas especialización es tiene la carrera?	¿Cuántas asignaturas pertenecen a la especialización?	Asignaturas electivas (%)	¿Cuántas asignaturas potencial de la especialización?	Asignaturas electivas de potencial (%)	Criterio		
	SI	NO						Flexible	Rigido	Pseudo flexible
USAC		X	N ₁	N ₁	%	N ₁	%			X
UNALP	X		N ₂	N ₂	%	N ₂	%	X		X
UIS		X	N ₃	N ₃	%	N ₃	%		X	
UNI	X		N ₄	N ₄	%	N ₄	%	X		X
UBA	X		N ₅	N ₅	%	N ₅	%	X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Comparación por exclusión de asignaturas que no tiene el plan base

Ejes de conocimiento	Universidades					Total de asignaturas
	Subdisciplinas	USAC	UNALP	UIS	UNI	
Ciencias naturales y exactas	-	-	-	N_1	-	N_{1+1}
Ingeniería y tecnología	N_1	N_1	-	N_1	-	N_{1+2}
Ciencias sociales	-	-	N_1	-	N_1	N_{1+2}
Humanidades	-	-	-	-	N_1	N_{1+2}

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Se eligieron al azar 20 planes de estudios de la carrera de Ingeniería Química a nivel de licenciatura, como se muestra en la tabla X, perteneciente a universidades de 14 países latinoamericanos, todos con programas presenciales y diferente posición en el *ranking* latinoamericano de la web. Cabe destacar la posición de la Universidad Autónoma de México de la Universidad de Buenos Aires, de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad Nacional de La Plata, en el *ranking* mencionado.

Tabla X. **Listado de las veinte universidades seleccionadas estableciendo el *ranking* de la web a nivel latinoamericano**

Ranking	Universidades	Publ	Priv	País	Años de creación de la carrera	Años de la carrera	Programa Presencial	Duración por semestres
83	Universidad de San Carlos de Guatemala	X		Guatemala	1939	74	X	10
343	Universidad del Valle de Guatemala		X	Guatemala	1976	37	X	10
446	Universidad Rafael Landívar de Guatemala		X	Guatemala	1977	36	X	10
17	Universidad Nacional de Colombia	X		Colombia	1939	74	X	10
224	Universidad Industrial de Santander	X		Colombia	1940	73	X	10
37	Universidad de Antioquia	X		Colombia	1944	69	X	10
298	Universidad Nacional de Ingeniería	X		Nicaragua	1961	52	X	10
8	Universidad de Buenos Aires	X		Argentina	1952	61	X	12
22	Universidad Nacional de La Plata	X		Argentina	1972	41	X	10
46	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	X		Chile	1937	76	X	12
2	Universidad Nacional Autónoma de México	X		México	1925	88	X	9

Continuación de la tabla X.

741	Tecnológico de Campeche	X		México	1989	24	X	9
99	Universidad Nacional del Callao	X		Perú	1966	47	X	10
64	Universidad Simón Bolívar	X		Venezuela	1967	46	X	10
238	Universidad de El Salvador	X		El Salvador	1970	43	X	12
21	Universidad de Costa Rica	X		Costa Rica	1963	50	X	10
480	Universidad Central de Ecuador	X		Ecuador	1952	61	X	10
369	Universidad Autónoma de Santo Domingo	X		República Dominicana	1968	45	X	10
865	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	X		Bolivia	1962	51	X	10
604	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	X		Bolivia	1970	43	X	12

Fuente: *ranking* de universidades. [http:// universidades_delmundo/rankinguniversidades/](http://universidades_delmundo/rankinguniversidades/).

Consulta: 18 de octubre 2013.

Los 20 planes de la carrera de Ingeniería Química de los países escogidos, fueron creados en diferentes décadas del siglo XX, siendo el de la Universidad Autónoma de México y el de la Universidad de San Carlos los más antiguos, 88 y 74 años respectivamente, y el plan más reciente es el Tecnológico de Campeche de México el cual fue creado hace 24 años.

Es importante conocer si estas universidades son públicas o privadas, a partir de la información obtenida en la web, el 90 por ciento de las universidades son públicas y el 10 por ciento corresponde a universidades privadas, entre las cuales se encuentran la Universidad Rafael Landívar y Universidad del Valle de Guatemala.

Al observar las 20 mallas curriculares de carreras similares de Ingeniería Química, se nota que la distribución de las asignaturas, se presenta en el 100 por ciento en forma semestral, en su mayoría (70%) corresponden a 10

semestres (cinco años), el (20%) corresponden a doce semestres y el 10 por ciento corresponden a 9 semestres. Cada universidad utiliza diferente nomenclatura y diferentes nombres en la clasificación de sus asignaturas, pero estas asignaturas en la estructura de la malla a través del tiempo corresponden básicamente a 3 ciclos, uno denominado ciclo básico, otro ciclo técnico científico y ciclo profesional. (Ver figura 8).

Figura 8. **Esquema general observado en las mallas curriculares analizadas**

Campos de conocimiento	Disciplinas	Subdisciplinas	DISTRIBUCIÓN DE ASIGNATURAS POR CICLOS												
			Básicos				Técnico-científico				Profesional				
			Semestres												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CNVE															
IT															
CS															
H															

Fuente: elaboración propia.

4.1. Comparación por ejes de formación

La publicación presentada bajo el título de lineamiento y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de Ingeniería Química en el marco del rediseño, plantea que las asignaturas de los planes de estudios y las mallas curriculares, están estructuradas en 3 niveles, siendo estos: macro, meso y micro. Correspondiendo al nivel macro, los campos de conocimientos, al nivel meso las disciplinas y subdisciplinas y al nivel micro el conjunto de

asignaturas. Para el caso particular de la Ingeniería Química al nivel macro, corresponden las áreas de conocimiento identificadas como:

- Ciencias naturales y exactas
- Ingeniería y tecnología
- Ciencias sociales
- Humanidades

Tal como se muestra en la figura 2, del marco teórico. Al nivel meso corresponden algunas de las disciplinas y subdisciplinas mostradas en las figuras 3, 4, 5 y 6, y al nivel micro, corresponde entre otras las asignaturas.

Los 20 programas de Ingeniería Química de las universidades de Latinoamérica seleccionadas, se clasificaron y ordenaron en los 3 niveles, de acuerdo a la información pública de las mallas curriculares disponibles en los sitios web de cada universidad, esta información por su extensión, se presenta en las tablas LI a la LXX del apéndice.

En las tablas XI a la XVIII, relaciona las asignaturas obligatorias y optativas a partir de las disciplinas en los 4 ejes de formación en ciencias naturales y exactas, ingeniería y tecnología, ciencias sociales y humanidades.

Tabla XI. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ciencias naturales y exactas**

Área de Conocimiento	Universidades	Disciplinas	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ciencias naturales y exactas	Universidad de San Carlos de Guatemala	Ciencias química	6	7
		Matemática	7	9
		Estadística	1	2
		Ciencias físicas	3	6
	Universidad del Valle de Guatemala	Ciencias química	7	7
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Ciencias físicas	3	3
	Universidad Rafael Landívar Guatemala	Ciencias química	8	8
		Matemática	6	6
		Estadística	2	2
		Ciencias físicas	3	3
	Universidad Nacional de Colombia	Ciencias química	9	9
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Ciencias físicas	2	2
	Universidad Industrial de Santander	Ciencias química	5	8
		Matemática	6	6
		Estadística	0	1
		Ciencias físicas	3	3
Universidad de Antioquia	Ciencias química	12	12	
	Matemática	9	9	
	Estadística	1	1	
	Ciencias físicas	6	6	
Universidad Nacional de Ingeniería	Ciencias química	8	8	
	Matemática	5	5	
	Estadística	1	1	
	Ciencias físicas	3	5	

Continuación de la tabla XI.

Ciencias naturales y exactas	Universidad de Buenos Aires	Ciencia química	6	6
		Matemática	6	7
		Estadística	1	1
		Ciencias físicas	3	5
	Universidad Nacional de La Plata	Ciencias química	6	6
		Matemática	4	4
		Estadística	2	2
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Ciencias físicas	3	3
		Ciencias química	7	7
		Matemática	5	7
		Estadística	0	0
	Universidad Nacional Autónoma de México	Ciencias físicas	4	4
		Ciencias química	7	7
		Matemática	5	8
		Estadística	1	1
	Tecnológico de Campeche	Ciencias físicas	3	3
		Ciencias química	5	5
		Matemática	6	6
		Estadística	0	0
	Universidad Nacional del Callao	Ciencias físicas	0	0
		Ciencias química	8	8
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Ciencias físicas	3	3
		Ciencias química	6	6
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
	Universidad de El Salvador	Ciencias físicas	3	3
Ciencias química		7	7	
Matemática		4	4	
Estadística		1	1	
Universidad de Costa Rica	Ciencias físicas	4	4	
	Ciencias química	10	10	
	Matemática	5	5	
	Estadística	1	1	
		Ciencias físicas	6	6

Continuación de la tabla XI.

Ciencias naturales y exactas	Universidad Central del Ecuador	Ciencias química	7	7
		Matemática	6	6
		Estadística	2	2
		Ciencias físicas	2	2
	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Ciencias química	8	8
		Matemática	6	6
		Estadística	0	0
		Ciencias físicas	7	7
	Universidad Simón Bolívar	Ciencias química	9	9
		Matemática	7	7
		Estadística	2	4
		Ciencias físicas	5	5
	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Ciencias química	6	6
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Ciencias físicas	3	3

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XII. **Resumen de las asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias naturales y exactas**

Disciplinas	OB	OP	%OB	%OP
Ciencias químicas	20	2	100	10
Matemática	20	4	100	20
Estadística	16	3	80	15
Ciencias físicas	19	2	95	10

Fuente: elaboración propia en base de la tabla XI.

Tabla XIII. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ingeniería y tecnología**

Área de Conocimiento	Universidades	Disciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ingeniería y tecnología	Universidad de San Carlos de Guatemala	Fisicoquímica	7	7
		Operaciones unitarias	7	9
		Ingeniería aplicada y diseño	15	34
	Universidad del Valle de Guatemala	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	8	8
		Ingeniería aplicada y diseño	27	27
	Universidad Rafael Landívar de Guatemala	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	7	7
		Ingeniería aplicada y diseño	18	23
	Universidad Nacional de Colombia	Fisicoquímica	5	8
		Operaciones unitarias	10	10
		Ingeniería aplicada y diseño	8	33
	Universidad Industrial de Santander	Fisicoquímica	3	4
		Operaciones unitarias	5	6
		Ingeniería aplicada y diseño	20	51
	Universidad de Antioquia	Fisicoquímica	6	6
		Operaciones unitarias	12	12
		Ingeniería aplicada y diseño	14	22
	Universidad Nacional de Ingeniería	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	4	4
Ingeniería aplicada y diseño		19	23	
Universidad de Buenos Aires	Fisicoquímica	3	7	
	Operaciones unitarias	4	4	
	Ingeniería aplicada y diseño	15	29	
	Operaciones unitarias	8	8	

Continuación de la tabla XIII.

Ingeniería y tecnología	Universidad Nacional de La Plata	Fisicoquímica	5	6
		Operaciones unitarias	8	8
		Ingeniería aplicada y diseño	13	25
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Fisicoquímica	4	4
		Operaciones unitarias	4	4
		Ingeniería aplicada y diseño	17	24
	Universidad Nacional Autónoma de México	Fisicoquímica	6	6
		Operaciones unitarias	14	14
		Ingeniería aplicada y diseño	9	34
	Tecnológico de Campeche	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	6	6
		Ingeniería aplicada y diseño	23	23
	Universidad Nacional del Callao	Fisicoquímica	4	4
		Operaciones unitarias	10	10
		Ingeniería aplicada y diseño	19	32
	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	8	8
		Ingeniería aplicada y diseño	22	36
	Universidad de El Salvador	Fisicoquímica	5	5
		Operaciones unitarias	6	6
		Ingeniería aplicada y diseño	12	36
	Universidad de Costa Rica	Fisicoquímica	3	3
		Operaciones unitarias	8	8
		Ingeniería aplicada y diseño	24	54
Universidad Central del Ecuador	Fisicoquímica	4	4	
	Operaciones unitarias	8	8	
	Ingeniería aplicada y diseño	19	24	
Universidad Autónoma de Santo Domingo	Fisicoquímica	4	4	
	Operaciones unitarias	8	8	
	Ingeniería aplicada y diseño	28	28	

Continuación de la tabla XIII.

Ingeniería y tecnología	Universidad Simón Bolívar	Fisicoquímica	4	4
		Operaciones unitarias	8	8
		Ingeniería aplicada y diseño	21	48
	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Fisicoquímica	2	2
		Operaciones unitarias	7	7
		Ingeniería aplicada y diseño	20	20

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XIV. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ingeniería y tecnología**

Disciplinas	OB	OP	%OB	%OP
Fisicoquímica	20	3	100	15
Operaciones unitarias	20	2	100	10
Ing. Aplicada y diseño	20	16	100	80

Fuente: elaboración propia en base de la tabla XIII.

Tabla XV. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento ciencias sociales**

Área de Conocimiento	Universidades	Disciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ciencias sociales	Universidad de San Carlos de Guatemala	Sociología	2	2
	Universidad del Valle de Guatemala	Sociología	4	4
	Universidad Rafael Landívar Guatemala	Sociología	3	7
		Economía	2	2
	Universidad Nacional de Colombia	Economía	0	4
	Universidad Industrial de Santander	Sociología	2	2
	Universidad de Antioquia	Sociología	1	1
		Economía	1	1
	Universidad Nacional de Ingeniería	Sociología	1	1
		Derecho	1	1
		Economía	1	1
	Universidad de Buenos Aires	Sociología	1	1
	Universidad Nacional de La Plata	Sociología	0	6
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	-	0	0
	Universidad Nacional Autónoma de México	Sociología	3	3
		Economía	2	3
		Psicología	1	2
	Tecnológico de Campeche	Sociología	2	2
Universidad Nacional del Callao	Psicología	1	1	
	Sociología	2	2	

Continuación de la tabla XV.

Ciencias sociales	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	-	0	0
	Universidad de El Salvador	Sociología	3	4
		Economía	1	1
	Universidad de Costa Rica	Sociología	4	4
	Universidad Central del Ecuador	Sociología	1	4
	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Sociología	1	1
	Universidad Simón Bolívar	Economía	1	5
	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Economía	1	1

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XVI. **Resume de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias sociales**

Disciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Sociología	14	4	70	20
Economía	7	3	35	15
Derecho	1	0	5	0
Psicología	2	1	10	5

Fuente: elaboración propia en base a la tabla XV.

Tabla XVII. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las disciplinas del área de conocimiento humanidades**

Área de Conocimiento	Universidades	Disciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Humanidades	Universidad de San Carlos de Guatemala	Filosofía	1	2
		Arte	1	2
		Lengua y literatura	4	4
		Deporte	0	2
	Universidad del Valle de Guatemala	Filosofía	1	1
		Historia	1	1
		Arte	1	1
		Lengua y literatura	1	1
	Universidad Rafael Landívar Guatemala	Filosofía	0	3
		Lengua y literatura	6	6
	Universidad Nacional de Colombia	Arte	0	2
		Lengua y literatura	0	5
	Universidad Industrial de Santander	Lengua y literatura	3	3
		Deportes	1	1
	Universidad de Antioquia	Filosofía	2	2
		Arte	1	1
		Lengua y literatura	1	1
	Universidad Nacional de Ingeniería	Filosofía	2	2
		Historia	1	1
		Lengua y literatura	2	2
		Arte	0	2
	Universidad de Buenos Aires	Filosofía	1	1
		Lengua y literatura	0	5
Universidad Nacional de La Plata	Filosofía	0	4	
	Lengua y literatura	1	1	
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Arte	2	2	
Universidad Nacional Autónoma de México	Filosofía	2	2	
	Arte	0	2	

Continuación de la tabla XVII.

Humanidades	Tecnológico de Campeche	Filosofía	1	1
	Universidad Nacional del Callao	-	0	0
	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Arte	1	1
	Universidad de El Salvador	Historia	1	1
		Filosofía	1	1
	Universidad de Costa Rica	Arte	2	2
		Lengua y literatura	1	1
		Deportes	1	1
	Universidad Central del Ecuador	Historia	1	1
	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Historia	1	1
		Filosofía	3	3
		Deporte	1	1
		Lengua y literatura	2	2
	Universidad Simón Bolívar	Historia	3	3
Lengua y literatura		6	6	
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Lengua y literatura	2	2	

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XVIII. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de humanidades**

Disciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Filosofía	9	3	45	15
Arte	6	4	30	20
Lengua y literatura	11	2	55	10
Deporte	3	1	15	5
Historia	6	0	30	0

Fuente: elaboración propia en base a la tabla XVII.

4.1.1. Disciplinas (total de asignaturas obligatorias)

Una vez clasificadas y ordenadas las asignaturas de las mallas curriculares seleccionadas, por ejes o áreas de formación curriculares horizontales a nivel macro y nivel meso. Se observa que a nivel macro, los campos de conocimiento que requiere básicamente esta profesión son 4, siendo estos: ciencias naturales y exactas, ingeniería y tecnología, ciencias sociales y humanidades.

En la tabla XI, se puede analizar que las disciplinas (nivel meso) del campo de las ciencias naturales y exactas que se repiten el 100 por ciento son las ciencias naturales químicas como matemática, el 95 por ciento las ciencias físicas y el 80 por ciento estadísticas. Del campo de la ingeniería y tecnología, las disciplinas que se repiten el 100 por ciento siendo ellas la fisicoquímica, operaciones unitarias e ingeniería aplicada y diseño, tal como se presenta en la tabla XIII.

En los campo de ciencias sociales, el 70 por ciento requieren conocimientos de la sociología, el 35 por ciento de la economía, el 10 por ciento la psicología y el 5 por ciento del derecho (ver tabla XV). Y en el campo de humanidades, el 55 por ciento lengua y literatura, el 45 por ciento de la filosofía, el 30 por ciento tanto el arte como historia y el 15 por ciento deporte. (Ver tabla XVII).

4.1.2. Disciplinas (total de asignaturas optativas)

En la tabla XI, se puede analizar que las disciplinas del campo de las ciencias naturales y exactas, corresponden a las asignaturas optativas el 20 por ciento matemática, el 15 por ciento estadística y 10 por ciento tanto las ciencias

naturales químicas como las ciencias físicas. Del campo de la ingeniería y tecnología el 80 por ciento ingeniería aplicada y diseño, el 15 por ciento fisicoquímica, el 10 por ciento las operaciones unitarias (ver tablas XIII y XIV).

En el campo de ciencias sociales, el 20 por ciento requieren conocimientos de la sociología, el 15 por ciento de la economía, el 5 por ciento la psicología, y el 0 por ciento del derecho (ver tablas XV y XVI) y en el campo de humanidades, el 20 por ciento arte, el 15 por ciento de la filosofía, el 10 por ciento lengua y literatura, el 5 por ciento corresponden a deporte y el 0 por ciento deporte, tal como se muestra en las tabla XVII y XVIII, asignaturas optativas representados en porcentajes de los veinte planes de estudios analizados.

En la tabla XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV y XXVI, se puede observar las asignaturas obligatorias en los programas de Ingeniería Química de acuerdo a las 4 áreas de conocimiento y sus respectivas subdisciplinas.

Tabla XIX. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ciencias naturales y exactas**

Área de Conocimiento	Universidades	Subdisciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ciencias naturales y exactas	Universidad de San Carlos de Guatemala	Química	6	7
		Matemática	7	9
		Estadística	1	2
		Física	3	6
	Universidad del Valle de Guatemala	Química	7	7
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Física	3	3
		Estadística	2	2

Continuación de la tabla XIX.

Ciencias naturales y exactas	Universidad Nacional de Colombia	Química	9	9
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Física	2	2
	Universidad Industrial de Santander	Química	5	8
		Matemática	6	6
		Estadística	0	1
		Física	3	3
	Universidad de Antioquia	Química	12	12
		Matemática	9	9
		Estadística	1	1
		Física	6	6
	Universidad Nacional de Ingeniería	Química	8	8
		Matemática	5	5
		Estadística	2	2
		Física	3	3
	Universidad de Buenos Aires	Química	6	6
		Matemática	6	7
		Estadística	1	1
		Física	3	5
	Universidad Nacional de La Plata	Química	6	6
		Matemática	4	4
		Estadística	2	2
		Física	3	3
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Química	7	7
		Matemática	5	7
		Estadística	0	0
		Física	4	4
Universidad Nacional Autónoma de México	Química	7	7	
	Matemática	5	8	
	Estadística	1	1	
	Física	3	3	

Continuación de la tabla XIX.

Ciencias naturales y exactas	Tecnológico de Campeche	Química	5	5
		Matemática	6	6
		Estadística	0	0
		Física	0	0
	Universidad Nacional del Callao	Química	8	8
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Física	3	3
	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Química	6	6
		Matemática	6	6
		Estadística	1	1
		Física	3	3
	Universidad de El Salvador	Química	7	7
		Matemática	4	4
		Estadística	1	1
		Física	4	4
	Universidad de Costa Rica	Química	10	10
		Matemática	5	5
		Estadística	1	1
		Física	6	6
	Universidad Central del Ecuador	Química	7	7
		Matemática	6	6
		Estadística	2	2
		Física	2	2
Universidad Autónoma de Santo Domingo	Química	8	8	
	Matemática	6	6	
	Estadística	0	0	
	Física	7	7	
Universidad Simón Bolívar	Química	9	9	
	Matemática	7	7	
	Estadística	2	4	
	Física	5	5	
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Química	6	6	
	Matemática	6	6	
	Estadística	1	1	
	Física	3	3	

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XX. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas del eje de ciencias naturales y exactas**

Subdisciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Química	20	2	100	10
Matemática	20	4	100	20
Estadística	16	3	80	15
Física	19	2	95	10

Fuente: elaboración propia con base en la tabla XIX.

Tabla XXI. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ingeniería y tecnología**

Área de Conocimiento	Universidades	Subdisciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ingeniería aplicada y diseño	Universidad de San Carlos de Guatemala	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	5	5
		Operaciones unitarias físicas	7	9
		Ingeniería de procesos	4	6
		Biotecnología	1	2
		Ingeniería Textil	0	2
		Tecnología de alimentos	0	2
		Tecnología ambiental	1	3
		Administración	1	4
		Tecnología del azúcar	0	1
		Ingeniería de la producción	0	1
		Seguridad e higiene	0	1
		Ingeniería ciencias y sistemas	1	2
		Legislación	1	2
		Tecnología farmacéutica	0	1
		Gestión de la innovación y tecnología	0	1
Diseño experimental y metodología de la investigación	4	4		

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad del Valle de Guatemala	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	1	1
		Operaciones unitarias física	8	8
		Ingeniería de procesos	6	6
		Tecnología ambiental	2	2
		Bioingeniería	4	4
		Producción más limpia	1	1
		Innovación y tecnología	1	1
		Administración	5	5
		Ingeniería de la producción	1	1
		Ing. Ciencias y sistemas	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	6	6
	Universidad Rafael Landívar	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	1	1
		Operaciones unitarias física	7	7
		Ingeniería de procesos	11	11
		Tecnología ambiental	1	1
		Biotecnología	0	2
		Tecnología de alimentos	0	1
		Administración	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	2	2
		Otros	3	3

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad Nacional de Colombia	Termodinámica	4	8
		Operaciones unitarias físicas	9	9
		Operaciones unitarias químicas	1	1
		Ingeniería de procesos	5	7
		Tecnología de catálisis	0	2
		Administración	1	7
		Tecnología de materiales	0	4
		Tecnología de polímeros	0	3
		Biotecnología	0	3
		Ingeniería de ciencias y sistemas	0	1
		Seguridad e higiene	0	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	2	5
		Universidad Industrial de Santander	Termodinámica	2
	Fisicoquímica		1	2
	Operaciones unitarias física		3	3
	Operaciones unitarias química		0	1
	Fenómeno de transporte		2	2
	Ingeniería de procesos		7	9
	Tecnología en metalurgia		0	5
	Tecnología en petroquímica		0	3
	Tecnología carboquímica		0	1
	Tecnología en bioprocesos		3	6
	Tecnología corrosión		0	1
	Tecnología en alimentos		0	1
	Nanotecnología		1	1
	Tecnología ambiental		0	1
	Tecnología de materiales		1	2
	Tecnología en catálisis		0	2
	Mineralogía		0	1
	Tecnología de polímeros		0	1
	Administración		2	4
	Ingeniería ciencias y sistemas		2	3
	Ing. De métodos de investigación de operaciones	2	4	
Diseño experimental y metodología de la investigación	2	3		
Otros	0	3		

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad de Antioquia	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	4	4
		Operaciones unitarias física	10	10
		Operaciones unitarias química	2	2
		Ingeniería de procesos	5	5
		Tecnología ambiental	0	2
		Tecnología de materiales	1	1
		Biotecnología	1	2
		Seguridad e higiene ocupacional	0	1
		Administración	0	4
		Ing. Ciencias y sistemas	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	2	6
		Otros	4	4
		Universidad Nacional de Ingeniería	Termodinámica	1
	Fisicoquímica		2	2
	Operaciones unitarias física		3	3
	Fenómeno de transporte		1	1
	Ingeniería de procesos		6	6
	Tecnología ambiental		3	5
	Tecnología de alimentos		0	2
	Ingeniería ciencias y sistemas		1	1
	Bioprocesos		1	1
	Administración		2	2
	Diseño experimental y metodología de la investigación		3	3
	Otros		3	3
	Universidad de Buenos Aires	Termodinámica	1	2
		Fisicoquímica	2	5
		Fenómeno de transporte	1	1
		Operaciones unitarias físicas	3	3
		Ingeniería de procesos	5	8
Bioingeniería		2	2	
Tecnología en petroquímica		0	2	

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad de Buenos Aires	Tecnología en alimentos	0	1
		Tecnología ambiental	2	3
		Administración	0	1
		Ingeniería ciencias y sistemas	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	3	3
		Otros	2	8
	Universidad Nacional de La Plata	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	3	4
		Operaciones unitarias física	6	6
		Operaciones unitarias química	2	2
		Ingeniería de procesos	5	8
		Tecnología de materiales	1	1
		Tecnología de alimentos	1	1
		Tecnología ambiental	1	5
		Tecnología catalítica	0	1
		Biotecnología	1	2
		Seguridad e higiene ind.	1	1
		Administración	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	2	2
		Otros	1	1
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	2	2
		Operaciones unitarias física	4	4
		Ingeniería de procesos	7	8
		Tecnología en metalurgia	1	1
		Tecnología corrosión	2	1
		Administración	1	2
		Biotecnología	0	4
		Ingeniería ciencias y sistemas	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	4	4
Otros		1	3	

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad Nacional Autónoma de México	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	4	4
		Operaciones unitarias física	11	11
		Operaciones unitarias química	2	2
		Fenómeno de transporte	1	1
		Ingeniería de procesos	4	5
		Tecnología ambiental	1	4
		Administración	0	2
		Tecnología de polímeros	0	5
		Ingeniería de proyectos	1	3
		Tecnología de catálisis	0	3
		Biotecnología	0	6
		Legislación	0	1
		Ing. Ciencias y sistemas	0	2
		Diseño experimental y metodología de la investigación	2	2
	Otros	1	1	
	Tecnológico de Campeche	Termodinámica	1	1
		Fisicoquímica	2	2
		Operaciones unitarias física	6	6
		Ingeniería de procesos	9	9
		Tecnología ambiental	1	1
		Seguridad e higiene	1	1
		Ing. Ciencias y sistemas	2	2
		Administración	2	2
		Diseño experimental y metodología de la investigación	4	4
Otros		4	4	

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad Nacional del Callao	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	1	2
		Operaciones unitarias física	7	7
		Operaciones unitarias química	2	2
		Fenómeno de transporte	1	1
		Ingeniería de procesos	5	5
		Tecnología textil	0	2
		Tecnología de polímeros	0	1
		Tecnología ambiental	2	3
		Biotecnología	0	1
		Tecnología de la corrosión	2	2
		Tecnología metalurgia	0	3
		Tecnología de materiales	1	1
		Tecnología de alimentos	0	4
		Administración	2	2
		Seguridad e higiene	0	1
		Ing. Ciencias y sistemas	2	2
		Otros	2	2
		Diseño experimental y metodología de la investigación	3	3
		Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Termodinámica	1
	Fisicoquímica		2	2
	Operaciones unitarias física		4	4
	Operaciones unitarias química		2	2
	Fenómeno de transporte		2	2
	Ingeniería de procesos		7	7
	Tecnología ambiental		2	5
	Tecnología electroquímica		2	2
	Tecnología de materiales		0	1
	Tecnología de alimentos		0	2
	Biotecnología		1	2
	Tecnología petroquímica		0	3
	Tecnología metalurgia		0	1
	Seguridad e higiene		1	1
	Ing. Ciencias y sistemas		1	2
Legislación	1		1	
Administración	1		1	
Diseño experimental y metodología de la investigación	6		7	
Otros	0	2		

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad de El Salvador	Termodinámica	3	3
		Fisicoquímica	2	2
		Operaciones unitarias física	5	5
		Operaciones unitarias química	1	1
		Ingeniería de procesos	3	7
		Tecnología ambiental	1	4
		Tecnología textil	0	1
		Administración	0	3
		Tecnología de la producción más limpia	0	1
		Ingeniería ciencias y sistemas	3	3
		Gestión de la innovación y tecnología	1	4
		Gestión de la calidad	1	3
		Envase, empaque y embalaje	0	1
		Biotecnología	0	2
		Tecnología de materiales	1	3
		Legislación	1	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	1	1	
	Otros	1	1	
	Universidad de Costa Rica	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	1	1
		Operaciones unitarias física	6	6
		Operaciones unitarias química	1	1
		Fenómeno de transporte	1	1
		Ingeniería de procesos	6	11
		Bioingeniería	0	2
		Tecnología Metalurgia	0	2
Tecnología de alimentos		0	3	
Tecnología ambiental		0	4	
Tecnología de polímeros	0	1		

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño		Tecnología textil	0	1
		Tecnología del azúcar	0	1
		Tecnología petroquímica	0	2
		Ingeniería de proyectos	0	3
		Seguridad e higiene ind.	0	2
		Ingeniería de la producción	2	2
		Administración	1	1
		Tecnología de los materiales	1	2
		Tecnología electroquímica	1	2
		Ing. Ciencias y sistemas	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	10	10
		Otros	2	3
		Universidad Central del Ecuador	Termodinámica	3
	Fisicoquímica		1	1
	Operaciones unitarias física		4	4
	Operaciones unitarias química		2	2
	Fenómeno de transporte		2	2
	Ingeniería de procesos		6	6
	Tecnología ambiental		1	2
	Tecnología electroquímica		3	3
	Tecnología petroquímica		2	2
	Tecnología de catálisis		0	1
	Biotecnología		2	2
	Tecnología metalurgia		0	1
	Seguridad e higiene		0	1
	Ing. Ciencias y sistemas		1	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	4	4	
Otros	0	1		

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Termodinámica	2	2
		Fisicoquímica	2	2
		Operaciones unitarias física	8	8
		Ingeniería de procesos	7	7
		Tecnología de materiales	2	2
		Tecnología de alimentos	4	4
		Ing. Ciencias y sistemas	2	2
		Administración	2	2
		Diseño experimental y metodología de la investigación	4	4
		Otros	7	7
		Universidad Simón Bolívar	Termodinámica	3
	Fisicoquímica		1	1
	Operaciones unitarias física		2	2
	Operaciones unitarias química		1	1
	Fenómeno de transporte		5	5
	Ingeniería de procesos		7	7
	Tecnología de materiales		1	1
	Tecnología de alimentos		3	10
	Tecnología ambiental		1	5
	Tecnología petroquímica		0	1
	Biotecnología		1	3
	Tecnología carboquímica		0	1
	Administración		0	8
	Tecnología de polímeros		0	2
	Ingeniería ciencias y sistemas		1	2
	Diseño experimental y metodología de la investigación		3	3
	Otros	4	5	

Continuación de la tabla XXI.

Ingeniería aplicada y diseño	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Termodinámica	1	1
		Fisicoquímica	1	1
		Operaciones unitarias física	4	4
		Operaciones unitarias química	2	2
		Fenómeno de transporte	1	1
		Ingeniería de procesos	6	6
		Biología	1	1
		Tecnología petroquímica	3	3
		Tecnología electroquímica	1	1
		Tecnología de alimentos	2	2
		Tecnología ambiental	1	1
		Ingeniería ciencias y sistemas	2	2
		Seguridad e higiene	1	1
		Diseño experimental y metodología de la investigación	3	3

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XXII. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ingeniería y tecnología**

Subdisciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Termodinámica	20	2	100	10
Fisicoquímica	19	4	95	20
Operaciones unitarias físicas	17	1	85	5
Operaciones unitarias químicas	11	1	55	5
Fenómenos de transportes	9	0	45	0
Ingeniería de procesos	20	10	100	50
Biología	6	18	30	90

Continuación de la tabla XXII.

Biotecnología	6	18	30	90
Ingeniería Textil	0	5	0	25
Tecnología de alimentos	2	9	10	45
Tecnología ambiental	14	14	70	70
Administración	14	9	70	45
Tecnología del azúcar	0	2	0	10
Ingeniería de la producción	2	1	10	5
Tecnología de la producción más limpia	1	3	5	15
Tecnología de catálisis	0	5	0	25
Tecnología de materiales	7	8	35	40
Tecnología de polímeros	0	5	0	25
Tecnología en metalurgia	1	6	5	30
Tecnología en petroquímica	1	5	5	25
Tecnología carboquímica	0	2	0	10
Tecnología Electroquímica y corrosión	6	3	30	15
Mineralogía	0	1	0	5
Envase empaque y embalaje	0	1	0	5
Ingeniería de proyectos	2	2	10	10
Seguridad e higiene	3	7	15	35
Ingeniería ciencias y sistemas	16	6	80	30
Legislación	4	2	20	10
Tecnología farmacéutica	0	2	0	10
Gestión de la innovación y tecnología	1	2	5	10
Diseño experimental y metodología de la investigación	20	5	100	25
Nanotecnología	1	0	5	0
Gestión de la calidad	2	3	10	15
Ingeniería de métodos de investigación de operaciones	0	1	0	5

Fuente: elaboración propia en base a la tabla XXI.

Tabla XXIII. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento ciencias sociales**

Área de Conocimiento	Universidades	Subdisciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Ciencias sociales	Universidad de San Carlos de Guatemala	Sociología	2	2
	Universidad del Valle de Guatemala	Sociología	4	4
	Universidad Rafael Landívar	Sociología	3	7
		Economía	2	2
	Universidad Nacional de Colombia	Economía	0	4
	Universidad Industrial de Santander	Sociología	2	2
	Universidad de Antioquia	Sociología	1	1
		Economía	1	1
	Universidad Nacional de Ingeniería	Sociología	1	1
		Derecho	1	1
		Economía	1	1
	Universidad de Buenos Aires	Sociología	1	1
	Universidad Nacional de La Plata	Sociología	0	6
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	-	0	0
	Universidad Nacional Autónoma de México	Sociología	3	3
		Economía	2	3
		Psicología	1	2
	Tecnológico de Campeche	Sociología	2	2
Universidad Nacional del Callao	Psicología	1	1	
	Sociología	2	2	

Continuación de la tabla XXIII.

Ciencias sociales	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	-	0	0
	Universidad de El Salvador	Sociología	3	4
		Economía	1	1
	Universidad de Costa Rica	Sociología	4	4
	Universidad Central del Ecuador	Sociología	1	4
	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Sociología	1	1
	Universidad Simón Bolívar	Economía	1	5
	Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Economía	1	1

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XXIV. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de ciencias sociales**

Subdisciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Sociología	14	4	70	20
Economía	7	3	35	15
Derecho	1	0	5	0
Psicología	2	1	10	5

Fuente: elaboración propia en base a la tabla XXIII.

Tabla XXV. **Total de asignaturas obligatorias a partir de las subdisciplinas del área de conocimiento humanidades**

Área de Conocimiento	Universidades	subdisciplina	Asignaturas obligatorias	Total de Asignaturas
Humanidades	Universidad de San Carlos de Guatemala	Filosofía	1	1
		Ética	1	1
		Enseñanza de Idiomas	4	4
		Dibujo	1	2
		Deporte	0	2
	Universidad del Valle de Guatemala	Filosofía	1	1
		Historia	1	1
		Arte	1	1
		Lengua y literatura	1	1
	Universidad Rafael Landívar	Ética	0	3
		Enseñanza de idiomas	6	6
	Universidad Nacional de Colombia	Arte	0	2
		Enseñanza de idiomas	0	5
	Universidad Industrial de Santander	Enseñanza de idiomas	3	3
		Deportes	1	1
	Universidad de Antioquia	Filosofía	2	2
		Arte	1	1
		Enseñanza de Idiomas	1	1
	Universidad Nacional de Ingeniería	Filosofía	2	2
		Historia	1	1
		Enseñanza de Idiomas	2	2
		Arte	0	2
	Universidad de Buenos Aires	Filosofía	1	1
		Enseñanza de idiomas	0	5
	Universidad Nacional de La Plata	Filosofía	0	4
		Enseñanza de Idiomas	1	1
	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	-	0	0
Universidad Nacional Autónoma de México	Filosofía	2	2	
	Arte	0	2	
Tecnológico de Campeche	Ética	1	1	

Continuación de la tabla XXV.

Humanidades	Universidad Nacional del Callao	-	0	0
	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Arte	1	1
	Universidad de El Salvador	Historia	1	1
		Filosofía	1	1
	Universidad de Costa Rica	Arte	2	2
		Enseñanza de Idiomas	1	1
		Deportes	1	1
	Universidad Central del Ecuador	Historia	1	1
	Universidad Autónoma de Santo Domingo	Historia	1	1
		Filosofía	3	3
		Deporte	1	1
		Enseñanza de Idiomas	2	2
	Universidad Simón Bolívar	Historia	3	3
		Enseñanza de Idiomas	6	6
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	Enseñanza de Idiomas	2	2	

Fuente: datos calculados de los programas universitarios, apéndice.

Tabla XXVI. **Resumen de asignaturas obligatorias y optativas en el eje de humanidades**

Subdisciplinas	Ob	Op	%Ob	%Op
Filosofía	9	3	45	15
Arte	4	3	20	15
Enseñanza de idiomas	11	2	55	10
Deporte	3	1	15	5
Dibujo	1	1	5	5
Historia	6	0	30	0

Fuente: elaboración propia en base a la tabla XXV.

4.1.3. Subdisciplinas (total de asignaturas obligatorias)

En la tabla XIX, se puede analizar que las subdisciplinas (nivel meso), del campo de las ciencias naturales y exactas que se repiten el 100 por ciento las químicas y matemática, 80 por ciento estadísticas y 95 por ciento las físicas. En el campo de las ciencias sociales, el 70 por ciento requieren conocimientos de la sociología, 35 por ciento de la economía, el 5 del derecho y 10 por ciento la psicología, como se muestra en las tablas XXIII y XXIV. En el campo de humanidades el 55 por ciento en enseñanza de idiomas, 45 por ciento filosofía, 30 por ciento historia, 20 por ciento arte, 15 por ciento deporte y 5 por ciento dibujo (ver tablas XXV y XXVI).

En las tablas XXI y XXII, se puede analizar del campo de ingeniería y tecnología, que se repite 100 por la termodinámica, ingeniería de procesos, diseño experimental y metodología de la investigación, 95 por ciento fisicoquímica, 85 por ciento operaciones unitarias físicas, 80 por ciento ingeniería ciencias y sistemas, 70 por ciento tanto tecnología ambiental como administración, 55 por ciento operaciones unitarias químicas, 45 por ciento fenómenos de transporte, 35 por ciento tecnología de materiales, 30 por ciento corresponde biotecnología como tecnología electroquímica y corrosión.

El 20 por ciento legislación, 15 por ciento seguridad e higiene industrial, 10 por ciento tecnología en alimentos, ingeniería de producción, ingeniería de proyectos como gestión de calidad, 5 por ciento corresponden a tecnología de la Producción más Limpia, tecnología metalurgia, tecnología petroquímica, gestión de la innovación y tecnología como nanotecnología, y 0 por ciento ingeniería textil, tecnología del azúcar, tecnología de catálisis, tecnología en polímeros, tecnología carboquímica, mineralogía, envase, empaque y embalaje, tecnología farmacéutica e ingeniería de métodos de investigación de procesos.

El porcentaje corresponde a las asignaturas obligatorias que se imparten en las 20 universidades analizadas en dicho estudio.

4.1.4. Subdisciplinas (total de asignaturas optativas)

En la tabla XIX, se puede analizar que las subdisciplinas del campo de las ciencias naturales y exactas, 20 por ciento matemática, 15 por ciento estadística, el 10 por ciento tanto ciencias químicas como ciencias físicas. En el campo de las ciencias sociales, el 20 por ciento requieren conocimientos de la sociología, 15 por ciento de la economía, 5 por ciento psicología y 0 por ciento del derecho. En el campo de humanidades, el 15 por ciento tanto filosofía como arte, 10 por ciento corresponde a enseñanzas de idiomas, 5 por ciento deportes como dibujo y el 0 por ciento historia (ver tablas XX, XXIII, XXIV, XXV y XXVI).

Las tablas XXI y XXII, se puede analizar del campo de ingeniería y tecnología en las subdisciplinas, el 90 por ciento corresponde a biotecnología, 70 por ciento tecnología ambiental, 50 por ciento ingeniería de procesos, 45 por ciento como tecnología en alimentos como administración, 40 por ciento tecnología de materiales, 35 por ciento seguridad e higiene industrial, 30 por ciento tanto tecnología en metalurgia como ingeniería ciencias y sistemas, 25 por ciento tecnología textil, tecnología de catálisis, tecnología de polímeros, tecnología petroquímica como diseño experimental y metodología de la investigación.

El 20 por ciento fisicoquímica, 15 por ciento tecnología de la Producción más Limpia, tecnología electroquímica y corrosión como gestión de la calidad, 10 por ciento termodinámica, tecnología del azúcar, tecnología carboquímica, ingeniería de proyectos, legislación, tecnología farmacéutica, como gestión de la innovación y tecnología, 5 por ciento operaciones unitarias físicas,

operaciones unitarias químicas, ingeniería de la producción, mineralogía, envase, empaque y embalaje e ingeniería de métodos de investigación de operaciones y 0 por ciento corresponden a fenómenos de transporte como nanotecnología. Corresponden a las subdisciplinas de las asignaturas optativas que representa el porcentaje de las 20 mallas curriculares analizadas.

Tabla XXVII. **Relación de los ejes de formación de las asignaturas obligatorias y optativas de las universidades analizadas**

Universidades	Ejes de formación					Total de asignaturas (100 %)
	Ciencias naturales y exactas	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales	Humanidades	Investigación y desarrollo tecnológico	
	(%) Porcentaje de asignaturas					
Universidad de San Carlos de Guatemala	27,05	54,11	4,72	9,41	4,70	85
Universidad Nacional de Colombia	22,5	57,5	5,00	8,75	6,25	80
Universidad de Buenos Aires	28,79	56,06	3,03	7,58	4,54	66
Universidad Industrial de Santander	21,18	68,23	2,35	4,71	3,52	85
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	33,33	55,56	0,00	3,70	7,41	54
Universidad de El Salvador	23,88	68,66	5,79	0,00	1,49	67
Universidad Nacional de Ingeniería	31,03	46,55	8,62	8,62	5,18	58
Universidad del Valle de Guatemala	26,56	50,00	10,94	3,12	9,38	64
Universidad Nacional Autónoma de México	22,35	61,17	11,17	2,35	2,35	85
Universidad de Costa Rica	23,16	57,9	4,21	4,21	10,53	95
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	33,33	54,17	2,08	4,17	6,25	48
Universidad Nacional del Callao	26,87	64,18	4,48	0,00	4,48	67
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	27,94	43,48	17,39	8,70	2,89	69
Tecnológico de Campeche	22,22	62,22	6,67	0,00	8,89	45

Continuación de la tabla XXVII.

Universidad de Antioquia	35,44	48,10	2,53	6,33	7,59	79
Universidad Central de Ecuador	29,31	55,17	8,62	0,00	6,89	58
Universidad Autónoma de Santo Domingo	30,43	52,17	7,25	4,35	5,8	69
Universidad Nacional de La Plata	23,08	56,92	15,38	1,54	3,08	66
Universidad Simón Bolívar	25,25	57,58	8,08	6,06	3,03	99
Promedio	26,94	56,61	6,42	4,26	5,76	70,50

Fuente: elaboración propia de datos calculado.

En la tabla XXVII, se aprecia el conjunto de asignaturas obligatorias y optativas de los diferentes programas analizados por ejes de formación, en ella se observa que el eje de ingeniería y tecnología, es el mayoritario, y el porcentaje de asignaturas promedio de las diferentes universidades, es de 57 por ciento, encontrando que la Universidad Nacional de Ingeniería tiene el límite inferior el 46,55 por ciento y la Universidad de El Salvador junto con la Universidad de Santander de Colombia, arriba del 68 por ciento.

Con respecto al área de ciencias naturales y exactas, se encuentra que el porcentaje de asignaturas, es de 27 por ciento situando a la Universidad Autónoma de México, al Tecnológico de Campeche, a la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, con el porcentaje de asignaturas más bajo entre 21 por ciento y 22 por ciento, y la Universidad Mayor de San Francisco Xavier de Bolivia, Universidad de Antioquia de Colombia y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, con el porcentaje mayor arriba de un 33 por ciento.

En cuanto al área de conocimientos de ciencias sociales, se encuentra el porcentaje de asignaturas promedio de 7 por ciento, situando a las Universidad Industrial de Santander de Colombia, Universidad de San Francisco Xavier de Bolivia, con los límites inferiores del 2 por ciento, y a la Universidad Landívar de Guatemala y la Universidad Nacional de La Plata, con un porcentaje de asignaturas mayor del 15 por ciento, es importante resaltar que la Pontificia Universidad de Valparaíso y la Universidad Autónoma Gabriel Moreno, no tienen asignaturas en esta área de las ciencias sociales.

En el área de conocimientos de humanidades, el porcentaje promedio de asignaturas es del 5 por ciento, encontrando a la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y la Universidad Nacional de La Plata que tienen el porcentaje de asignaturas menor en 1,5 por ciento, y la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Ingeniería, tienen aproximadamente el 9 por ciento de asignaturas en este campo, la Universidad de El Salvador, Nacional del Callao y la Universidad Central de Ecuador, no tienen asignaturas en este campo de las humanidades.

En cuanto al eje de formación en investigación y desarrollo tecnológicos, se encuentra el porcentaje promedio de asignaturas, es de 6 por ciento, siendo la Universidad de El Salvador, la que tiene el menor porcentaje de asignaturas en 1,5 por ciento, la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y Universidad de Costa Rica, arriba del 11 por ciento aproximadamente.

En la misma tabla se observa que el número total de asignaturas, tanto obligatorias como optativas disponibles en los programas de Ingeniería Química analizados, varían entre 45 asignaturas que oferta el Tecnológico de Campeche y 95 de asignaturas que oferta la Universidad de Costa Rica.

Tabla XXVIII. **Relación de los ejes de formación de las asignaturas obligatorias de las mallas curriculares de universidades analizadas**

Universidades	Ejes de formación					Total de asignaturas
	Ciencias naturales y exactas	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales	Humanidades	Investigación y desarrollo tecnológico	
	(%) Porcentaje de asignaturas					
Universidad de San Carlos de Guatemala	20,00	29,41	3,53	5,88	4,71	54
Universidad Nacional de Colombia	22,50	26,25	0,00	0,00	2,50	41
Universidad de Buenos Aires	24,24	31,82	3,03	0,00	4,54	42
Universidad Industrial de Santander	16,47	30,59	2,35	4,71	2,35	48
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	29,63	38,89	0,00	3,70	7,41	43
Universidad de El Salvador	23,88	32,84	5,97	0,00	1,45	43
Universidad Nacional de Ingeniería	31,03	39,66	8,62	5,17	5,17	52
Universidad del Valle de Guatemala	26,56	50,00	10,94	3,12	9,38	64
Universidad Nacional Autónoma de México	18,82	31,76	2,35	0,00	2,35	47
Universidad de Costa Rica	23,16	26,32	4,21	4,21	10,53	65
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	33,33	54,17	2,08	4,17	6,25	48
Universidad Nacional del Callao	26,87	34,33	4,48	0,00	4,48	47
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	27,50	39,13	10,14	8,7	2,89	61
Tecnológico de Campeche	22,22	62,22	6,67	0,00	8,89	45
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	25,00	42,19	0,00	1,56	9,37	50
Universidad de Antioquia	35,44	37,97	2,53	6,33	2,53	67

Continuación de la tabla XXVIII.

Universidad Central de Ecuador	29,10	46,55	1,72	0,00	6,89	49
Universidad Autónoma de Santo Domingo	30,43	52,17	7,25	4,35	5,8	69
Universidad Nacional de La Plata	23,08	36,92	0,00	1,54	3,08	42
Universidad Simón Bolívar	23,23	30,03	4,04	6,06	3,03	66
Promedio	25,66	38,66	4,00	2,98	5,18	52,15

Fuente: elaboración propia de datos calculados.

Con respecto a las asignaturas obligatorias de las mallas curriculares analizadas, se encuentra que en el campo de ingeniería y tecnología el porcentaje de asignaturas promedio, es del 39 por ciento, en donde la Universidad Mayor Francisco Xavier, Universidad de Santo Domingo y Universidad del Valle de Guatemala, tienen los porcentajes de asignaturas mayores del 50 por ciento, es importante hacer notar que el Tecnológico de Campeche tiene un porcentaje de asignaturas mayor del 62 por ciento, y el menor porcentaje de asignaturas, las Universidades de Colombia, Costa Rica y la de Guatemala con menos del 30 por ciento.

En cuanto al campo de las ciencias naturales y exactas, el porcentaje promedio de asignaturas obligatorias, es del 26 por ciento, correspondiendo a la Universidad Autónoma de México y Universidad Industrial de Santander, el porcentaje más bajo de asignaturas obligatorias entre el 17 por ciento y 19 por ciento. Correspondiéndole un mayor porcentaje de asignaturas, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Mayor de San Francisco Xavier, la Universidad Antioquia de Colombia y la Universidad Autónoma de Santo Domingo entre 30 por ciento y 35 por ciento.

En cuanto al campo de ciencias sociales, el porcentaje de asignaturas obligatorias, es del 4 por ciento, en donde la Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad del Valparaíso, la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno y la Universidad Nacional de La Planta, no consideran asignaturas en este eje de formación, mientras la Universidad del Valle de Guatemala y la Universidad Rafael Landívar registran el mayor porcentaje de asignaturas obligatorias en este eje de formación.

En cuanto al campo de humanidades, el porcentaje de asignaturas obligatorias es del 3 por ciento, observan que la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Buenos Aires, Universidad de El Salvador, Universidad Autónoma de México, Universidad Nacional del Callao, Tecnológico de Campeche y la Universidad Central del Ecuador; son no tienen asignaturas en este eje de las humanidades.

Mientras que la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Universidad de Antioquia de Colombia y la Universidad Simón Bolívar tienen arriba del 6 por ciento.

En el eje de investigación y desarrollo, el porcentaje de asignaturas obligatorias promedio, es del 5 por ciento, correspondiéndole a la Universidad de El Salvador el menor porcentaje de 1,5 por ciento de asignaturas obligatorias, y a las Universidades del Valle de Guatemala, Costa Rica y Autónoma Gabriel René Moreno un porcentaje mayor del 10 por ciento.

En el eje de investigación y desarrollo, el porcentaje de asignaturas obligatorias promedio, es del 5 por ciento, correspondiéndole a la Universidad de El Salvador el menor porcentaje de 1,5 por ciento de asignaturas obligatorias, y a las Universidades del Valle de Guatemala, Costa Rica y Autónoma Gabriel René Moreno un porcentaje mayor del 10 por ciento.

4.2. Comparación de asignaturas por actividad

Se analizaron las similitudes y diferencias existentes en las mallas curriculares de las carreras de Ingeniería Química, de las universidades seleccionadas por medio de las asignaturas; tanto obligatorias como optativas, usando criterios de comparación por ejes de formación, por tipo de actividad, por flexibilidad y por exclusión de asignaturas.

La comparación por tipo de actividad, divide las asignaturas de los 20 planes de estudios, en asignaturas teóricas, prácticas y de formación para la investigación, lo que incluyen un proyecto o trabajo de graduación.

Respecto a las actividades prácticas, se entenderán aquellas que hacen uso de la infraestructura de laboratorios, en donde se pone en práctica la teoría adquirida en las asignaturas teóricas cursadas con anterioridad o bien en paralelo a la actividad práctica mediante instrumentos de medición, máquina o software.

Tabla XXIX. **Relación de las asignaturas obligatorias y optativas por actividad práctica, teórica e investigación y desarrollo tecnológico de las universidades analizadas**

Universidades	Asignaturas						Total de asignaturas
	Teóricas	%	Prácticas	%	Investigación y desarrollo tecnológico	%	
Universidad de San Carlos de Guatemala	77	90,59	4	4,70	4	4,70	85
Universidad Nacional de Colombia	69	86,25	6	7,50	5	6,25	80
Universidad de Buenos Aires	61	92,42	2	3,03	3	4,54	66
Universidad Industrial de Santander	77	90,59	5	5,88	3	3,52	85
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	43	79,63	6	11,11	5	7,41	54
Universidad de El Salvador	66	98,51	0	0,00	1	1,49	67
Universidad Nacional de Ingeniería	55	94,83	0	0,00	3	5,18	58
Universidad del Valle de Guatemala	56	87,50	2	3,13	6	9,38	64
Universidad Nacional Autónoma de México	74	87,06	9	10,59	2	2,35	85
Universidad de Costa Rica	74	77,89	11	11,58	10	10,53	95
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	45	93,75	0	0,00	3	6,25	48
Universidad Nacional del Callao	62	92,54	2	2,99	3	4,48	67
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	65	94,20	2	2,90	2	2,89	69
Tecnológico de Campeche	38	84,44	3	6,67	4	8,89	45
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	57	89,06	0	0,00	7	10,94	64
Universidad de Antioquia	55	69,62	18	22,78	6	7,59	79
Universidad Central de Ecuador	54	80,60	9	13,48	4	6,89	67
Universidad Autónoma de Santo Domingo	46	82,60	6	10,71	4	5,80	56
Universidad Nacional de La Plata	62	95,38	1	1,54	2	3,08	65
Universidad Simón Bolívar	90	90,91	6	6,06	3	3,03	99
Promedio	61,30	87,90	4,6	6,23	4,0	5,78	69,90

Fuente: elaboración propia, basado en los datos calculados.

En la tabla XXIX, se aprecia que las asignaturas obligatorias u optativas, con actividad práctica es del 6,22 por ciento en promedio de los programas analizados, en cuanto al total de asignaturas obligatorias, se observa que el promedio en las universidades analizadas, es de 52 por ciento asignaturas obligatorias, correspondiéndole a la Universidad Autónoma de Santo Domingo, Universidad de Antioquia Colombia, Universidad del Valle de Guatemala y la Universidad Simón Bolívar, el mayor número de asignaturas se encuentran entre 64 y 69 asignaturas obligatorias.

Correspondiéndole en el valor más bajo en prácticas, se refiere a las universidades de El Salvador, Nacional de ingeniería, Mayor de San Francisco Xavier, a la Universidad Autónoma Gabriel Moreno y a la Universidad Nacional de La Plata y el más alto porcentaje en cuanto a prácticas se refiere, a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Autónoma de México, Universidad de Costa Rica y a la Universidad Central Ecuador y a la Universidad Autónoma de Santo Domingo, siendo estas entre el 11 y 13 por ciento.

Con respecto a las asignaturas de investigación y desarrollo tecnológico, hace mención al trabajo final que el estudiante realiza para optar al título de Ingeniero Químico, que por lo general tiene una duración de un año académico, correspondiéndole en el valor más bajo al trabajo de grado a las universidades de El Salvador, Nacional Autónoma de México, Rafael Landívar y Simón Bolívar en un rango entre el 1,45 y 3 por ciento y el más alto porcentaje en cuanto a la realización del trabajo de grado se refiere, al Tecnológico de Campeche, Universidad del Valle de Guatemala, Universidad de Costa Rica y la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno entre un rango 8,89 y 11 por ciento.

Tabla XXX. **Relación de asignaturas obligatorias, optativas requeridas y no requeridas con las universidades analizadas**

Universidades	Asignaturas						Total Asignaturas
	Obligatorias	%	Optativas requeridas	%	Optativas no requeridas	%	
Universidad de San Carlos de Guatemala	54	63,53	12	14,12	19	22,35	85
Universidad Nacional de Colombia	41	51,25	15	18,75	24	30,00	80
Universidad de Buenos Aires	42	63,64	6	9,09	18	27,27	66
Universidad Industrial de Santander	48	56,47	19	22,35	18	21,18	85
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	43	79,63	10	18,52	1	1,85	54
Universidad de El Salvador	43	64,18	6	8,89	18	26,87	67
Universidad Nacional de Ingeniería	52	89,66	3	5,17	3	5,17	58
Universidad del Valle de Guatemala	64	100,00	0	0,00	0	0,00	64
Universidad Nacional Autónoma de México	47	55,29	7	8,21	31	36,47	85
Universidad de Costa Rica	65	68,42	3	3,16	27	28,42	95
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	48	100,00	0	0,00	0	0,00	48
Universidad Nacional del Callao	47	70,15	5	7,46	15	22,39	67
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	61	88,41	5	7,25	3	4,35	69
Tecnológico de Campeche	45	100,00	0	0,00	0	0,00	45
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	50	78,13	0	0,00	14	21,88	64
Universidad de Antioquia	67	84,81	4	5,06	8	10,13	79
Universidad Central de Ecuador	49	84,48	2	3,45	7	12,07	58
Universidad Autónoma de Santo Domingo	69	100,00	0	0,00	0	0,00	69
Universidad Nacional de La Plata	42	64,62	8	12,31	15	23,08	65
Universidad Simón Bolívar	66	66,77	7	7,07	26	26,26	99
Promedio	52,15	76,47	5,60	7,55	12	15,99	70,10

Fuente: elaboración propia, basado de los datos calculados.

En la tabla XXX, se presenta una relación de asignaturas obligatorias con una relación de asignaturas optativas requeridas y no requeridas, correspondientes a las universidades analizadas.

En ellas se visualiza que 4 de las universidades analizadas, cuentan únicamente con asignaturas obligatorias (plan de estudio cerrado), siendo estas la Universidad del Valle de Guatemala, Universidad Mayor de San Francisco Xavier, el Tecnológico de Campeche y la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Por lo que en estas universidades no se ofertan cursos optativos, otras universidades cuentan con una baja oferta de asignaturas optativas, siendo su plan de estudios entre ellas, la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad de Costa Rica, Universidad Central del Ecuador, Universidad de Antioquia.

Se observa también que hay universidades con oferta de 30 asignaturas optativas, entre ellas la Universidad Autónoma de México, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander, Universidad Simón Bolívar y la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XXXI. **Relación de los créditos obligatorios de los ejes de formación con las universidades analizadas**

Universidades	Ejes de formación					Total créditos obligatorios	Total de créditos optativos requeridos	Total de Créditos exigidos
	Ciencias naturales y exactas	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales	Humanidades	Integradoras			
	Número de créditos obligatorios							
Universidad de San Carlos de Guatemala	95 (17)	99 (25)	10 (3)	11 (5)	4 (4)	219 (54)	37 (12)	256 (66)
Universidad Nacional de Colombia	60 (18)	63 (21)	0	0	9 (2)	132 (41)	48 (15)	180 (56)
Universidad de Buenos Aires	88 (16)	128 (21)	8 (2)	0	12 (3)	228 (42)	24 (6)	252
	88 (16)	128 (21)	8 (2)	0	18 (3)	234 (42)	18 (5)	(48/47)
Universidad Industrial de Santander	56 (14)	103 (26)	3 (2)	12 (4)	10 (2)	184 (48)	66 (19)	250 (67)
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	71 (16)	87 (21)	0	5 (2)	20 (4)	183 (43)	38 (10)	221 (53)
Universidad de El Salvador	64 (16)	84 (22)	16 (4)	0	0 (1)	164 (43)	17 (6)	181 (49)
Universidad Nacional de Ingeniería	71 (18)	99 (21)	20 (6)	6 (2)	20 (3)	216 (52)	18 (3)	234 (55)
Universidad del Valle de Guatemala	67 (18)	116 (32)	21 (6)	4 (2)	16 (6)	224 (64)	0	224 (64)
Universidad Nacional Autónoma de México	120 (16)	159 (25)	12 (2)	24 (2)	48 (2)	363 (47)	42 (7)	405 (54)
Universidad de Costa Rica	57 (22)	78 (25)	16 (4)	9 (4)	5 (10)	165 (65)	9 (3)	174 (68)
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	66 (16)	102 (26)	3 (1)	4 (2)	12 (3)	187 (48)	0	187 (48)
Universidad Nacional del Callao	73 (18)	106 (23)	9 (3)	0	10 (3)	198 (47)	15 (5)	213 (52)
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	108 (19)	118 (27)	12 (7)	0 (6)	9 (2)	247 (61)	20 (5)	267 (66)
Tecnológico de Campeche	55 (10)	164 (27)	19 (4)	0	22 (4)	260 (45)	0	260 (45)
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	83 (16)	123 (27)	0	3 (1)	29 (6)	238 (50)	0	238 (50)
Universidad de Antioquia	85 (28)	91 (30)	8 (2)	19 (5)	2 (2)	205 (67)	12 (4)	217 (71)
Universidad Central de Ecuador	80 (17)	132 (27)	2 (1)	0	30 (4)	244 (49)	6 (2)	250 (51)
Universidad Autónoma de Santo Domingo	72 (21)	136 (36)	10 (5)	7 (3)	17 (4)	242 (69)	0	242 (69)
Universidad Nacional de La Plata	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Simón Bolívar	74 (23)	102 (30)	12 (4)	18 (6)	10 (3)	216 (66)	21 (7)	237 (83)

Fuente: elaboración propia de las tablas LI a la LXX del apéndice.

Tabla XXXII. **Relación de los créditos obligatorios, optativas requeridos y optativos no requeridos con los ejes de formación con las universidades analizadas**

Universidades	Ejes de formación					Total de Créditos
	Ciencias naturales y exactas	Ingeniería y tecnología	Ciencias sociales	Humanidades	Integradoras	
	Número de créditos obligatorios y optativos					
Universidad de San Carlos de Guatemala	126 (23)	175 (46)	13 (4)	16 (8)	4 (4)	333 (85)
Universidad Nacional de Colombia	60 (18)	142 (46)	13 (4)	22 (7)	27 (5)	264 (80)
Universidad de Buenos Aires	136 (19)	224 (37)	8 (2)	20 (5)	30 (3)	406 (66)
Universidad Industrial de Santander	71 (18)	205 (58)	3 (2)	12 (4)	14 (3)	305 (85)
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	79 (18)	115 (30)	0 (0)	5 (2)	20 (5)	219 (54)
Universidad de El Salvador	64 (16)	166 (46)	16 (4)	0 (0)	0 (1)	246 (67)
Universidad Nacional de Ingeniería	71 (18)	119 (27)	20 (6)	14 (4)	20 (3)	244 (58)
Universidad del Valle de Guatemala	67 (17)	116 (32)	24 (7)	4 (2)	16 (6)	227 (64)
Universidad Nacional Autónoma de México	144 (19)	322 (52)	60 (10)	12 (2)	48 (2)	586 (85)
Universidad de Costa Rica	57 (22)	168 (55)	16 (4)	9 (4)	5 (10)	255 (95)
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	66 (16)	102 (26)	3 (1)	4 (2)	12 (3)	187 (48)
Universidad Nacional del Callao	73 (18)	151 (43)	9 (3)	0 (0)	10 (3)	243 (67)
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	108 (19)	154 (30)	20 (12)	0 (6)	9 (2)	289 (69)
Tecnológico de Campeche	55 (10)	164 (28)	19 (3)	0 (0)	22 (4)	260 (45)
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	83 (16)	171 (40)	0 (0)	3 (1)	29 (7)	286 (64)
Universidad de Antioquia	85 (28)	117 (38)	8 (2)	19 (5)	7 (6)	236 (79)
Universidad Central de Ecuador	80 (17)	142 (32)	10 (5)	0 (0)	30 (4)	262 (58)
Universidad Autónoma de Santo Domingo	72 (21)	138 (36)	10 (5)	7 (3)	17 (4)	244 (69)
Universidad Nacional de La Plata	-	-	-	-	-	-
Universidad Simón Bolívar	80 (25)	178 (57)	24 (8)	18 (6)	10 (3)	310 (99)

Fuente: elaboración propia, basados en la tablas LI a la LXX, apéndice.

Tanto las actividades teóricas como prácticas de las carreras de Ingeniería Química analizadas, valoran sus asignaturas con la obtención de créditos académicos, en ese sentido las tablas XXXI y XXXII relacionan las asignaturas obligatorias y optativas con el número de créditos que se obtienen.

Cada uno de los programas tienen definiciones muy diferentes sobre el crédito académico, por lo tanto, se encontraron en el límite inferior a la Universidad de Costa Rica, en donde para titularse de Ingenieros Químicos son necesarios 174 créditos, correspondiendo a 68 asignaturas y en el límite superior a la Universidad Autónoma de México, en donde para titularse de Ingenieros Químicos, necesitan 405 créditos académicos, correspondientes a 54 asignaturas. Solamente el programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de La Plata, requiere cursos teóricos y prácticos obligatorios y optativos sin que estos se valoren con el concepto de créditos académicos.

4.3. Comparación de asignaturas por flexibilidad

La comparación de las flexibilidades en las mallas curriculares, se analiza en este trabajo, como la capacidad que tiene el plan de estudio de asumir asignaturas de la especialidad en el área de conocimiento de ingeniería y tecnología (ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada y diseño), en momentos tempranos al inicio de la carrera, entendiéndose este inicio como el correspondiente a los primeros 4 semestres del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química, equivalente a los dos primeros años.

Tabla XXXIII. **Relación de asignaturas en los primeros cuatro semestre de la carrera de Ingeniería Química de acuerdo al criterio de comparación por flexibilidad de las universidades analizadas**

Universidades	Semestres				Total de asignaturas	%	Flexible	
	1°	2°	3°	4°			Si	No
Universidad de San Carlos de Guatemala	0	0	1	0	1	1,18	X	
Universidad Nacional de Colombia	1	1	1	4	7	8,75	X	
Universidad de Buenos Aires	0	0	0	1	1	1,52	X	
Universidad Industrial de Santander	0	1	0	2	3	4,71	X	
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	0	0	1	1	2	3,70	X	
Universidad de El Salvador	3	1	0	1	5	2,99	X	
Universidad Nacional de Ingeniería	0	0	1	1	2	3,45	X	
Universidad del Valle de Guatemala	3	0	1	1	5	7,81	X	
Universidad Nacional Autónoma de México	1	1	2	2	6	7,06	X	
Universidad de Costa Rica	0	0	1	3	4	4,21	X	
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	1	0	2	3	6	12,50	X	
Universidad Nacional del Callao	1	2	1	1	5	7,46	X	
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	1	0	0	0	1	1,45	X	
Tecnológico de Campeche	3	2	4	3	12	26,67	X	
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	0	0	1	3	4	6,25	X	
Universidad de Antioquia	0	2	1	2	5	6,33	X	
Universidad Central de Ecuador	1	0	2	3	6	10,34	X	

Continuación de la tabla XXXIII.

Universidad Autónoma de Santo Domingo	0	1	0	3	4	5,80	X	
Universidad Nacional de La Plata	0	0	0	0	0	0,00		X
Universidad Simón Bolívar	0	0	1	2	3	3,03	X	
Promedio	0,8	1	1	2	4,10	6,59		

Fuente: elaboración propia, basados en la tablas LI a la LXX, apéndice.

La tabla XXXIV, representa la relación de las asignaturas en las disciplinas fisicoquímica, operaciones unitarias e ingeniería aplicada y diseño, tomando como base en el primer concepto de flexibilidad.

Tabla XXXIV. **Relación de asignaturas en los primeros cuatro semestres de la carrera de Ingeniería Química en el ejes de Ingeniería y tecnología de universidades analizadas**

Universidades	Disciplinas			Total de asignaturas
	Fisicoquímica	Operaciones unitarias	Ingeniería aplicada y diseño	
Universidad de San Carlos de Guatemala	0	0	1	1
Universidad Nacional de Colombia	3	2	2	7
Universidad de Buenos Aires	0	0	1	1
Universidad Industrial de Santander	2	0	1	3
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2	0	0	2
Universidad de El Salvador	1	0	4	5
Universidad Nacional de Ingeniería	1	0	1	2

Continuación de la tabla XXXIV.

Universidad del Valle de Guatemala	0	0	5	5
Universidad Nacional Autónoma de México	3	2	1	6
Universidad de Costa Rica	1	0	3	4
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	2	1	3	6
Universidad Nacional del Callao	1	0	4	5
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	1	0	0	1
Tecnológico de Campeche	1	2	9	12
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	2	1	1	4
Universidad de Antioquia	3	0	2	5
Universidad Central de Ecuador	2	0	4	6
Universidad Autónoma de Santo Domingo	1	1	2	4
Universidad Nacional de La Plata	0	0	0	0
Universidad Simón Bolívar	1	0	2	3

Fuente: elaboración propia, basados en la tablas LI a la LXX, apéndice.

Tabla XXXV. **Relación de asignaturas optativas de acuerdo al criterio de comparación por flexibilidad del quinto al décimo segundo semestre de las universidades analizadas**

Universidades	Semestres								Total de asignaturas
	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	3	2	5	3	5	9	3	3	33
Universidad de San Carlos de Guatemala	8	8	8	5	13	6	0	0	48
Universidad Nacional de Colombia	3	7	11	13	8	6	0	0	48

Continuación de la tabla XXXV.

Universidad de Buenos Aires	1	0	4	3	3	4	13	12	40
Universidad Industrial de Santander	6	6	7	21	14	1	0	0	55
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	3	2	5	3	5	9	3	3	33
Universidad de El Salvador	3	4	3	6	12	12	1	1	42
Universidad Nacional de Ingeniería	3	3	4	6	5	5	0	0	26
Universidad del Valle de Guatemala	2	4	6	5	6	5	0	0	28
Universidad Nacional Autónoma de México	6	10	9	17	16	0	0	0	58
Universidad de Costa Rica	3	4	3	10	26	18	0	0	64
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	3	4	5	5	5	1	0	0	23
Universidad Nacional del Callao	2	7	8	8	7	8	0	0	40
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	3	6	4	4	13	6	0	0	36
Tecnológico de Campeche	4	4	5	6	3	0	0	0	22
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	5	6	6	5	3	1	1	2	29
Universidad de Antioquia	3	2	3	4	3	0	0	0	15
Universidad Central de Ecuador	3	6	8	7	5	1	0	0	30
Universidad Autónoma de Santo Domingo	3	6	7	6	6	7	0	0	35
Universidad Nacional de La Plata	4	5	4	5	7	13	0	0	38
Universidad Simón Bolívar	3	5	5	17	16	11	0	0	57

Fuente: elaboración propia, basados en la tablas LI a la LXX, apéndice.

Mientras mayor es el número de asignaturas de las áreas de ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada y diseño, al inicio de la carrera se entenderá que el plan de estudios tiene mayor flexibilidad, tal como se observa en tabla XXXIII, en la cual el Tecnológico de Campeche es más flexible, debido a que en los primeros 2 años, los estudiantes se asignan 12 cursos.

La Universidad Nacional de Colombia le sigue en flexibilidad, debido a que esos primeros 2 años, los estudiantes cursan 7 asignaturas, mientras que las universidades de San Carlos de Guatemala, Rafael Landívar y la de Buenos Aires presentan cierto grado de rigidez, debido a que son menos flexibles, porque sus estudiantes en esos primeros 2 años, corresponde al inicio de la carrera, se asignan únicamente un curso, con este criterio la Universidad Nacional de La Plata es completamente rigurosa.

En la tabla XXXIV, se presentan las disciplinas a las cuales pertenecen las asignaturas de ciencias de ingeniería o ingeniería aplicada y diseño, de los diferentes programas analizados en este concepto de flexibilidad.

En la tabla XXXV, se representa la relación de asignaturas de ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada y diseño, a partir del quinto semestres de cada unas de las carreras. Se observa la cantidad de asignaturas a través del tiempo, de acuerdo a los 3 ciclos denominados ciclo básico, ciclo técnico científico y ciclo profesional (ver figura 8).

Tabla XXXVI. **Relación de asignaturas electivas de acuerdo al criterio de flexibilidad, siguiendo la especialización o profundización de la carrera de Ingeniería Química de las universidades analizadas**

Universidades	a		b	c	d	e	f	Criterio		
	SI	NO						Flexible	Rígido	Pseudo flexible
			Universidad de San Carlos de Guatemala		X	0	0			
Universidad Nacional de Colombia	X		5	18	22,50	6	7,50	X		X
Universidad de Buenos Aires		X	0	0	0,00	18	27,27			X
Universidad Industrial de Santander	X		3	11	12,94	22	25,88	X		X
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	X		1	5	9,26	5	9,26	X		X
Universidad de El Salvador	X		5	16	23,88	8	11,94	X		X
Universidad Nacional de Ingeniería	X		2	4	6,90	0	0,00	X		
Universidad del Valle de Guatemala		X	0	0	0,00	0	0,00		X	
Universidad Nacional Autónoma de México	X		5	19	22,35	6	7,06	X		X
Universidad de Costa Rica	X		4	15	15,79	15	15,79	X		X
Universidad Mayor de San Francisco Xavier		X	0	0	0,00	0	0,00		X	
Universidad Nacional del Callao	X		2	8	11,94	6	8,96	X		X
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	X		2	0	0,00	0	0,00	X		
Tecnológico de Campeche		X	0	0	0,00	0	0,00		X	
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno		X	0	0	0,00	14	21,88			X
Universidad de Antioquia		X	0	0	0,00	12	15,19			X
Universidad Central de Ecuador		X	0	0	0,00	5	8,62			X

Continuación de la tabla XXXVI.

Universidad Autónoma de Santo Domingo		X	0	0	0,00	0	0,00		X	
Universidad Nacional de La Plata	X		3	14	21,21	0	0,00	X		
Universidad Simón Bolívar	X		3	19	19,19	8	8,08	X		X

Nota: (a) ¿Tiene asignaturas para especialización?, (b) ¿Cuántas especializaciones tiene la carrera?, (c) ¿Cuántas asignaturas pertenecen a la especialización?, (d) Asignaturas electivas (%), (e) ¿Cuántas asignaturas potencial de la especialización?, (f) Asignaturas electivas de potencial (%).

Fuente: elaboración propia, basados en la tablas LI a la LXX, apéndice.

En la tabla XXXVI, se presenta los resultados que se interpretaron de acuerdo a la publicación; bases de comparación de mallas curriculares de carrera de ingeniería civil, las asignaturas que son optativas una vez elegidas como especialización para profundizar en un área específica de la formación (operaciones unitarias, fenómenos de transporte, procesos, ambiente, alimentos, polímeros, entre otros), se convierten en asignaturas obligatorias para dicha especialización o profundización.

A estas asignaturas también se les denomina electivas, de libre elección o de libre configuración, porque el estudiante las puede escoger entre las asignaturas ofertadas o las actividades académicas con reconocimientos de créditos, tales como seminarios, diplomados, congresos, y otros.

Las asignaturas electivas y actividades académicas, pueden ser planificadas por los directivos de las carreras de Ingeniería Química, o bien por la facultad de la universidad o por otras facultades, tanto nacionales como extranjeras, con las que previamente se haya establecido un convenio oportuno.

Hay que destacar que el porcentaje de créditos de estas asignaturas es limitado, o debe ser limitado con relación a la carga electiva total por los directivos a los que corresponda la administración de la carrera.

En la referida tabla, se aprecia que 11 de las mallas curriculares analizadas, tienen asignaturas para especialización, variando en ellas diferentes tipos de especialización, por ejemplo la Universidad Nacional de Colombia, tienen 5 especializaciones para profundizar al igual que la Universidad de El Salvador y la Universidad Nacional de México, mientras que la Universidad Católica de Valparaíso cuenta con una especialización únicamente, en ellos se refleja el porcentaje de asignaturas electivas con las que cuentan. Por lo que la Universidad de Colombia, Salvador, Autónoma de México y la Universidad Nacional de La Plata con un porcentaje de asignaturas electivas entre 21 por ciento al 24 por ciento son las que tienen programas de carreras de Ingeniería Química más flexibles.

A medida que estos porcentajes de asignaturas disminuyen, los programas son menos flexibles, hasta llegar hacer programas rígidos, por no contar con asignaturas electivas para acceder a especialización o profundización en una áreas específica, por lo que la Universidad de Buenos Aires, Universidad del Valle de Guatemala, Universidad Mayor de San Francisco Xavier, Universidad Rafael Landívar de Guatemala, Tecnológico de Campeche, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Universidad de Antioquia de Colombia, Universidad Central de Ecuador, Universidad Autónoma de Santo Domingo y Universidad de San Carlos de Guatemala, son consideradas como carreras de ingeniería química completamente rígidas.

Sin embargo, 5 de estas universidades cuentan con asignaturas optativas que pueden ser potencialmente parte de especializaciones o de profundizaciones en áreas de la ingeniería química, siendo estas, La Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad de Buenos Aires, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Universidad de Antioquia y la Universidad Central de Ecuador. Estas si no definen claramente especializaciones o profundizaciones, de acuerdo al criterio utilizado, serán consideradas como plan de estudios de la carrera engañosa o pseudo flexible.

Que definitivamente hay 4 planes de estudios que son rígidos o cerrados, siendo este la Universidad del Valle de Guatemala, Mayor de San Francisco Xavier, el Tecnológico de Campeche y la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Tabla XXXVII. Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación de ciencias naturales y exactas de las universidades analizadas

Universidades	Eje de formación	Número de asignaturas	Porcentajes (%)
	Ciencias naturales y exactas		
Universidad de San Carlos de Guatemala	-	0	0
Universidad Nacional de Colombia	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad de Buenos Aires	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad Industrial de Santander	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad de El Salvador	-	0	0.000
Universidad Nacional de Ingeniería	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad del Valle de Guatemala	Introducción a la ingeniería química	1	9.091

Continuación de la tabla XXXVII.

Universidad Nacional Autónoma de México	-	0	0.000
Universidad de Costa Rica	-	0	0.000
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	-	0	0.000
Universidad Nacional del Callao	-	0	0.000
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	Introducción a la ingeniería química	0	0.000
Tecnológico de Campeche	-	0	0.000
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	-	0	0.000
Universidad de Antioquia	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad Central de Ecuador	-	0	0.000
Universidad Autónoma de Santo Domingo	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad Nacional de La Plata	Introducción a la ingeniería química	1	9.091
Universidad Simón Bolívar	Diseño estadísticos de experimentos	1	9.091

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XXXVIII. **Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación ingeniería y tecnología a partir de la universidad 1 a las 11 con la universidad base**

Ejes de conocimiento	Disciplinas	Universidades										Total de Asignaturas	
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₁		
Ingeniería y tecnología	Operaciones unitarias		3		3	2		1	5				14
	Ingeniería de procesos	3	9	5	6	1	1	5	5	2	3		40
	Administración										2		2
	Bioingeniería						1	1			2		4
	Ingeniería de métodos e investigación de operaciones					1				1			2
	Tecnología metalurgia												
	Tecnología electroquímica y corrosión	2		1	2	2			1				8
	Tecnología emergente	1											1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	3								1	5		9
	Tecnología de los materiales									1			1
	Tecnología ambiental				1	1					1		3
	Tecnología alimentos			4							1		5
	Producción más limpia												
	Tecnología de polímeros												0
	Tecnología catálisis												0
	Ingeniería de producción								3				3
	Ingeniería ciencias y sistemas					2							2
Tecnología en petroquímica												0	

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XXXIX. **Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de formación ingeniería y tecnología a partir de la universidad 12 a la 20 con la universidad base**

Ejes de conocimiento	Disciplinas	Universidades										Total de asignaturas	Total de asignatura de los planes de estudios
		U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	U ₁₉	U ₂₀			
Ingeniería y tecnología	Operaciones unitarias	2	1	1		1	1			5	11	25	
	Ingeniería de procesos	5	4	4	3	3	4	6	1	5	35	75	
	Administración	2		3	1	1			1		8	10	
	Bioingeniería	2		2		1		1			6	10	
	Ingeniería de métodos e investigación de operaciones	1		1					3		5	7	
	Tecnología metalurgia											0	
	Tecnología electroquímica y corrosión		1	1			1	2			5	13	
	Tecnología emergente											1	
	Diseño experimental y metodología de la investigación								1		1	10	
	Tecnología de los materiales									1	1	2	
	Tecnología ambiental		1			1	2		1		5	8	
	Tecnología alimentos		2							5	7	12	
	Producción más limpia										0	0	
	Tecnología de polímeros			2							2	2	
	Tecnología catálisis			2							2	2	
	Ingeniería de producción										0	3	
	Ingeniería ciencias y sistemas		1								1	3	
	Tecnología en petroquímica		3								3	3	

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XL. **Relación de asignaturas no contempladas en el plan de estudio base**

No.	Nombre de asignaturas	Porcentaje (%)
1	Simulación de procesos	35
2	Diseño de procesos	25
3	Control de procesos	30
4	Automatización e instrumentación de proceso	10
5	Síntesis y optimización de procesos	10
6	Bioprocesos	25
7	Fenómeno de transporte	45
8	Diseño de reactores	45
9	Electroquímica	30
10	Corrosión	20
11	Diseño experimental	5
12	Industria de procesos orgánicos	5
13	Industria de procesos Inorgánicos	5
14	Aprovechamiento industrial de los recursos naturales	10

Fuente: elaboración propia basado en las tablas LI a la LXX, apéndice.

Tabla XLI. Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de ciencias sociales de las universidades analizadas

Universidades	Eje de formación	Número de asignaturas	Porcentaje (%)
	Ciencias sociales		
Universidad de San Carlos de Guatemala	-	0	0
Universidad Nacional de Colombia	-	0	0
Universidad de Buenos Aires	-	0	0
Universidad Industrial de Santander	-	0	0
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Vida y cultura universitaria	1	100
Universidad de El Salvador	-	0	0
Universidad Nacional de Ingeniería	-	0	0
Universidad del Valle de Guatemala	-	0	0
Universidad Nacional Autónoma de México	-	0	0
Universidad de Costa Rica	-	0	0
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	-	0	0
Universidad Nacional del Callao	-	0	0
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	-	0	0
Tecnológico de Campeche	-	0	0
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	-	0	0
Universidad de Antioquia	-	0	0
Universidad Central de Ecuador	-	0	0
Universidad Autónoma de Santo Domingo	-	0	0
Universidad Nacional de La Plata	-	0	0
Universidad Simón Bolívar	-	0	0

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XLII. **Relación de asignaturas obligatorias excluyentes en el eje de humanidades de las universidades analizadas**

Universidades	Eje de formación	Número de asignaturas	Porcentaje (%)
	Humanidades		
Universidad de San Carlos de Guatemala	-	0	0
Universidad Nacional de Colombia	-	0	0
Universidad de Buenos Aires	-	0	0
Universidad Industrial de Santander	-	0	0
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	-	0	0
Universidad de El Salvador	-	0	0
Universidad Nacional de Ingeniería	-	0	0
Universidad del Valle de Guatemala	-	0	0
Universidad Nacional Autónoma de México	Relaciones humanas	1	20.00
Universidad de Costa Rica	Curso de arte	1	20.00
Universidad Mayor de San Francisco Xavier	-	0	0
Universidad Nacional del Callao	Metódica de la comunicación	1	20.00
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	-	0	0
Tecnológico de Campeche	-	0	0
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	-	0	0
Universidad de Antioquia	Vivamos la universidad	1	20.00
Universidad Central de Ecuador	Trato interpersonal	1	20.00
Universidad Autónoma de Santo Domingo	-	0	0
Universidad Nacional de La Plata	-	0	0
Universidad Simón Bolívar	-	0	0

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XLIII. Relación de las asignaturas obligatorias excluyentes de la U₂ a la U₁₁ con la universidad base

Nombre de la asignatura	a	b	c	Universidades											Total de Asignaturas
				U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁		
Ingeniería de procesos															
Análisis de procesos	1930	1945-1955	X	2	2	2	1	1		2	1	3		14	
Diseño de procesos		1965-1975	X	1	1		1				1	2		6	
Procesos unitarios	1930	1925-1935	X											0	
		1935-1945												0	
Cinética y catálisis	1947	1945-1955	X							2				2	
Instrumentación y control de procesos	1948	1945-1955	X		1	1			1	1		1	1	6	
Dinámica de procesos	1955	1955-1965	X											0	
Modelización matemática optimización y simulación de procesos	1965	1965-1975	X								1			1	
Síntesis de procesos	1965	1965-1975	X			1								1	
Diseño asistido por ordenador	1965	1965-1975	X										1	1	
Escalado de procesos	1975	1975-1985	X											0	
Introducción a la Ingeniería Química	s/i	s/i	X	1	1	1	1		1	1				6	
Aprovechamiento recursos naturales para materias primas de procesos			X					1							1
Fenómenos de transporte															
Fenómenos de transporte	1956	1955-1965	X		1	2			1			1	1	6	
Transferencia de momento			X												0
Transferencia de calor			X												0
Transferencia de masa			X												0
Operaciones de separación			X								1	4			5
Ingeniería de la reacciones química															
Control de reacciones	1957	1955-1965	X											0	
Diseño de reactores			X		1	1			1	1	2		2		8

Continuación de la tabla XLIII.

Ingeniería de producto												
Emulsiones			X									0
Cristalización de sólidos	1985	1985	X									0
Fluidodinámica			X									0
Disciplinas relacionadas con áreas de interés en la ingeniería química												
Electroquímica			X			2			1	1	1	5
Corrosión			X									0
Biomédica	1970		X									0
Bioquímica		1965-1975	X						2			2
Medio ambiente			X			1	1	1			1	4
Biotecnología			X			1	1	2	0			4
Polímeros	1975		X						2			2
Tecnología de alimentos			X								2	2
Tecnología del petróleo			X								3	3
Tecnología de pinturas			X									0
Tecnología del carbón	s/i	s/i	X									0
Tecnología de materiales			X			1						1
Metalurgia extractiva			X			1						1
Nanotecnología	2000	1995-2005	X									0
Gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico:												
Innovación			X									0
Propiedad intelectual	1990	1985-1995	X									0
Investigación básica			X									0
Disciplinas relacionadas con la Ingeniería Industrial												
Área administrativa												
Planificación				1	1				2	1		5
Organización									1			1
Dirección	s/i	s/i			1							1
Integración de personal							1					1
Control										1		1
Área de producción												
Gestión de Proyectos	s/i	s/i							3		1	4

Continuación de la tabla XLIII.

Área de métodos cuantitativos												
Investigación de operaciones	s/i	s/i				2	1					3
Toma de decisiones												0

Nota: (a) Año en el que se implementó la asignatura según la evolución de los currículos en Ingeniería Química en los Estados Unidos. (b) Período de mayor importancia o intensificación, (c) Intensificación hasta nuestros días y (s/i) sin información.

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XLIV. **Relación de las asignaturas obligatorias excluyentes de la U₁₂ a la U₂₀ con la universidad base**

Nombre de la asignatura	a	b	c	Universidades										Total de Asignaturas	Total de Asignaturas de los planes de estudio	
				U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	U ₁₉	U ₂₀				
Ingeniería de procesos																
Análisis de procesos	1930	1945-1955	X		2	1	1					1		5	19	
Diseño de procesos		1965-1975	X				1		1				1		3	9
Procesos unitarios	1930	1925-1935	X											0	0	
		1935-1945	X											0	0	
Cinética y catálisis	1947	1945-1955	X											0	2	
Instrumentación y control de procesos	1948	1945-1955	X		1	1	1					1	2	6	12	
Dinámica de procesos	1955	1955-1965	X											0	0	
Modelización matemática optimización y simulación de procesos	1965	1965-1975	X	1		1	1		1	2	2	1		9	10	
Síntesis de procesos	1965	1965-1975	X			1								1	2	
Diseño asistido por ordenador	1965	1965-1975	X											0	1	
Escalado de procesos	1975	1975-1985	X											0	0	
Introducción a la Ingeniería Química	s/i	s/i	X		1			1		1	1			4	10	
Aprovechamiento de recursos naturales para materias primas			X												0	1
Fenómenos de transporte																
Fenómenos de transporte	1956	1955-1965	X	1			2		2				5	10	16	
Transferencia de momento			X												0	0
Transferencia de calor			X												0	0
Transferencia de masa			X												0	0
Operaciones de separación			X			3									3	8
Ingeniería de la reacciones química																
Control de reacciones	1957	1955-1965	X				1							1	1	
Diseño de reactores			X			1	2			1		1			5	13

Continuación de la tabla XLIV.

Ingeniería de producto																
Emulsiones	1985	1985-1995	X									0	0			
Cristalización de sólidos			X										0	0		
Fluidodinámica			X						1				1	1		
Disciplinas relacionadas con áreas de interés en la ingeniería química																
Electroquímica	1970	1965-1975	X	1			2		1		2		6	11		
Corrosión			X						1	1				2	2	
Biomédica			X											0	0	
Bioquímica			X									1		1	3	
Medio ambiente			X	2	1		1		1					5	9	
Biotecnología	1975		X				1						1	5		
Polímeros			X										0	2		
Tecnología de alimentos			X							4		5		9	11	
Tecnología del petróleo	s/i	s/i	X					2					2	5		
Tecnología de pinturas			X											0	0	
Tecnología del carbón			X											0	0	
Tecnología de materiales			X								1	1		2	3	
Metalurgia extractiva			X											0	1	
Nanotecnología	2000	1995-2005	X										0	0		
Gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico:																
Innovación	1990	1985-1995	X										0	0		
Propiedad intelectual			X											0	0	
Investigación básica			X	1										1	1	
Disciplinas relacionadas con la Ingeniería Industrial																
Área administrativa																
Planificación	s/i	s/i											0	5		
Organización				1										1	2	
Dirección															0	1
Integración de personal															0	1
Control															0	1

Continuación de la tabla XLIV.

Área de producción														
Gestión de Proyectos	s/i	s/i			2	1				1		4	8	
Área de métodos cuantitativos														
Investigación de operaciones	s/i	s/i										1	1	4
Toma de decisiones													0	0

Nota: (a) Año en el que se implementó la asignatura según la evolución de los currículos en Ingeniería Química en los Estados Unidos. (b) Período de mayor importancia o intensificación. (c) Intensificación hasta nuestros días y (s/i) sin información.

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XLV. Relación de asignaturas optativas excluyentes de la U₂ a la U₁₁ con la universidad base

Nombre de la asignatura	a	b	c	Universidades											Total de Asignaturas	
				U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉	U ₁₀	U ₁₁			
Ingeniería de procesos																
Análisis de procesos	1930	1945-1955	X			2							1		3	
Diseño de procesos		1965-1975	X		2				1							3
Procesos unitarios	1930	1925-1935	X												0	
		1935-1945	X												0	
Cinética y catálisis	1947	1945-1955	X	2		2									4	
Instrumentación y control de procesos	1948	1945-1955	X		1			2							3	
Dinámica de procesos	1955	1955-1965	X												0	
Modelización matemática optimización y simulación de procesos	1965	1965-1975	X	2		2	1	1							6	
Síntesis de procesos	1965	1965-1975	X												0	
Diseño asistido por ordenador	1965	1965-1975	X			1						2			3	
Escalado de procesos	1975	1975-1985	X												0	
Introducción a la Ingeniería Química	s/i	s/i	X												0	
Aprovechamiento recursos naturales para materias primas de procesos	s/i	s/i	X		1			1							2	
Fenómenos de transporte																
Fenómenos de transporte	1956	1955-1965	X												0	
Transferencia de momento			X													0
Transferencia de calor			X													0
Transferencia de masa			X													0
Operaciones de separación			X													0
Ingeniería de la reacciones química																
Control de reacciones	1957	1955-1965	X			1									1	
Diseño de reactores			X		1											1

Continuación de la tabla XLV.

Ingeniería de producto												
Emulsiones	1985	1985	X									0
Cristalización de sólidos			X									0
Fluidodinámica			X									0
Disciplinas relacionadas con áreas de interés en la ingeniería química												
Electroquímica	1970	1965-1975	X	1								1
Corrosión			X			1				1		2
Biomédica			X									0
Bioquímica			X	1			3					4
Medio ambiente			X		1		5			3	4	13
Biotecnología	1975		X	2			1	1		1	5	
Polímeros			X	3	1				2	1	7	
Tecnología de alimentos			X				1			2	3	
Tecnología del petróleo	s/i	s/i	X	2	3					2	7	
Tecnología de pinturas			X			1					1	
Tecnología del carbón			X		2						2	
Tecnología de materiales			X								0	
Metalurgia extractiva			X		5					2	7	
Nanotecnología	2000	1995-2005	X								0	
Gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico:												
Innovación	1990	1985-1995	X			1						1
Propiedad intelectual			X									0
Investigación básica			X									0
Disciplinas relacionadas con la Ingeniería Industrial												
Área administrativa												
Planificación	s/i	s/i		3	1	1						5
Organización				1	1						2	
Dirección											0	
Integración de personal											0	
Control											0	

Continuación de la tabla XLV.

Área de producción													
Gestión de Proyectos	s/i	s/i						1			1	2	
Área de métodos cuantitativos													
Investigación de operaciones	s/i	s/i				1		1				2	4
Toma de decisiones				1							1	2	4

Nota: (a) Año en el que se implementó la asignatura según la evolución de los currículos en Ingeniería Química en los Estados Unidos. (b) Período de mayor importancia o intensificación. (c) Intensificación hasta nuestros días y (s/i) sin información.

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XLVI. **Relación de las asignaturas optativas excluyentes de la U₁₂ a la U₂₀ con la universidad base**

Nombre de la asignatura	a	b	c	Universidades									Total de Asignaturas	Total de Asignaturas de los planes de estudio
				U ₁₂	U ₁₃	U ₁₄	U ₁₅	U ₁₆	U ₁₇	U ₁₈	U ₁₉	U ₂₀		
Ingeniería de procesos														
Análisis de procesos	1930	1945-1955	X										0	3
Diseño de procesos		1965-1975	X							1			1	4
Procesos unitarios	1930	1925-1935	X										0	0
		1935-1945											0	0
Cinética y catálisis	1947	1945-1955	X						1	1			2	6
Instrumentación y control de procesos	1948	1945-1955	X							1			1	4
Dinámica de procesos	1955	1955-1965	X										0	0
Modelización matemática optimización y simulación de procesos	1965	1965-1975	X										0	6
Síntesis de procesos	1965	1965-1975	X										0	0
Diseño asistido por ordenador	1965	1965-1975	X										0	3
Escalado de procesos	1975	1975-1985	X										0	0
Introducción a la Ingeniería Química	s/i	s/i	X										0	0
Aprovechamiento de recursos naturales para materias primas	s/i	s/i	X										0	2
Fenómenos de transporte														
Fenómenos de transporte	1956	1955-1965	X										0	0
Transferencia de momento			X										0	0
Transferencia de calor			X										0	0
Transferencia de masa			X										0	0
Operaciones de separación			X										0	0
Ingeniería de la reacciones química														
Control de reacciones	1957	1955-1965	X							1			1	2
Diseño de reactores			X										0	1

Continuación de la tabla XLVI.

Ingeniería de producto														
Emulsiones	1985	1985-1995	X									0	0	
Cristalización de sólidos			X										0	0
Fluidodinámica			X										0	0
Disciplinas relacionadas con áreas de interés en la ingeniería química														
Electroquímica	1970	1965-1975	X									0	1	
Corrosión			X	1									1	3
Biomédica			X										0	0
Bioquímica			X				1			1			2	6
Medio ambiente			X	1			2	1		3	5		12	25
Biotechnología	1975		X									0	5	
Polímeros			X	1						2		3	10	
Tecnología de alimentos			X	3						3	5		11	14
Tecnología del petróleo	s/i	s/i	X							1		1	8	
Tecnología de pinturas			X									0	1	
Tecnología del carbón			X							1		1	3	
Tecnología de materiales			X									0	0	
Metalurgia extractiva			X	2				1					3	10
Nanotecnología	2000	1995-2005	X				1					1	1	
Gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico:														
Innovación	1990	1985-1995	X									0	1	
Propiedad intelectual			X										0	0
Investigación básica			X										0	0
Disciplinas relacionadas con la Ingeniería Industrial														
Área administrativa														
Planificación	s/i	s/i					2				3	5	10	
Organización				1							1	2	4	
Dirección											1	1	1	
Integración de personal											2	2	2	
Control											1	1	1	

Continuación de la tabla XLVI.

Área de producción													
Gestión de Proyectos	s/i	s/i									1	1	3
Área de métodos cuantitativos													
Investigación de operaciones	s/i	s/i									1	1	5
Toma de decisiones											1	1	5

Nota: (a) Año en el que se implementó la asignatura según la evolución de los currículos en Ingeniería Química en los Estados Unidos. (b) Período de mayor importancia o intensificación. (c) Intensificación hasta nuestros días y (s/i) sin información.

Fuente: elaboración propia, basado en las tablas LI a la LXX, del apéndice, tomando como referencia la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4.4. Comparación de asignaturas por exclusión

Para realizar este tipo de comparación, se debe elegir un plan de estudio base con el cual comparar. En la investigación el plan de estudio base, corresponde a la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para verificar qué asignaturas tiene y no tiene el plan de estudio base respecto a los otros 19 planes de carreras similares de ingeniería químicas analizadas, se construyeron las tablas de la LXXI a la LXXX del apéndice. En donde se observan las asignaturas que no tiene el plan base, las cuales se clasificaron de acuerdo a los ejes macro y meso.

En la tabla XXXVII, se observa para el área de conocimiento de las ciencias naturales y exactas, 10 universidades (52%) tienen en común la asignatura introducción a la ingeniería química, la cual no tiene el plan de estudio base. En las tablas XXXVIII, XXXIX y XL para el área de conocimiento para ingeniería y tecnología, se observa que el 45 por ciento de las

universidades tienen en común las asignaturas fenómenos de transportes y diseños de reactores.

El 35 por ciento tienen en común la asignatura de simulación de procesos, el 30 por ciento de las universidades tienen en común las asignaturas de control de procesos y electroquímica, el 25 por ciento de las universidades tienen en común las asignaturas de diseño de proceso y bioprocesos; el 20 por ciento de las universidades tiene las asignaturas en común corrosión y el 10 por ciento de las universidades tienen las asignaturas en común automatización e instrumentación de procesos, síntesis y optimización de procesos y aprovechamiento industrial de los recursos naturales. Todas estas asignaturas mencionadas no las tienen contempladas el plan de estudio base.

La tabla XLI, corresponde a los campos de las ciencias sociales, y en ella no se encuentra asignaturas significativas en conocimientos que pueden ser consideradas por exclusión en el plan de estudio base, posiblemente por las diferentes coyunturas existentes en los países y finalmente la tabla XLII, muestra el campo de las humanidades, en donde tampoco se encuentran asignaturas significativas que en conocimiento que puedan considerarse por exclusión en el plan de estudio base.

El análisis comparativo por exclusión, es muy útil para descubrir posibles debilidades en los planes de estudios, tales como la ausencia de algunos contenidos, por no contar con la oferta de asignaturas que los contengan o bien por tener contenidos obsoletos que deberían ser modificados de acuerdo a la realidad tecnológica en el momento del análisis, debido probablemente al avance tecnológico cada vez mayor que ocurre en la sociedad.

El contenido de las enseñanzas por medio de las asignaturas de las diversas disciplinas, que estructuran el plan de estudios en la formación de un ingeniero químico, que se imparte en los diversos países del planeta, pueden tener diversos matices; esto debido a que las necesidades de formación en temas de fenómenos de transporte, ingeniería de las reacciones químicas, ingeniería de procesos, ingeniería de producto, entre otras, obedecen a las necesidades que plantea el desarrollo industrial, las cuales no surgen de forma simultánea e idéntica en los diferentes países, dado a su diferente capacidad para generar, utilizar o transferir conocimiento en forma aplicada de tecnología que tiene que ver con el desarrollo científico y tecnológico de este.

Por ejemplo Guatemala, siendo un país multicultural y bilingüe, en los últimos años ha logrado avances significativos en estabilidad macroeconómica y en la consolidación democrática, luego de una cruenta guerra civil que se inició en 1996 y se logró finalizar con la Firma de los Acuerdos de Paz, el 29 de diciembre de 1996. Los orígenes de este conflicto armado se sitúan con la expulsión de una empresa bananera (United Fruit Company) del país en 1954. La mayor parte de los avances significativos en el desarrollo curricular de la Ingeniería Química de los Estados Unidos, ocurrió precisamente entre este período de la década del cincuenta y finales de los 90.

Esto probablemente ha incidido en que al analizar el plan de estudio base para realizar la comparación de asignaturas por exclusión, se encuentra que el plan de estudios de la Escuela de Ingeniería Química (EIQ), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, no cuenta con asignaturas que fueron implementadas en la evolución de los currículos de ingeniería química en Estados Unidos, precisamente en el lapso de tiempo en el cual se sufrió la guerra interna y que en alguna medida los planes de estudio, de algunas de las carreras similares de ingeniería química latinoamericanas analizadas, si los

han implementado, ya sea como asignaturas obligatorias o bien como asignaturas optativas, tal como se muestra en las tablas de la XLIII a la XLVI.

A partir de la Firma de los Acuerdos de Paz, Guatemala ha progresado en el fortalecimiento de sus instituciones y ha abierto las puertas a los mercados internacionales a través de diversos acuerdos comerciales, siendo actualmente la economía más grande de Centroamérica, pero se le ubica dentro de los países con mayores niveles de desigualdad en Latinoamérica, con altos índices de pobreza, particularmente en las zonas rurales y entre poblaciones indígenas.

Según el índice de desarrollo humano en el 2013, Guatemala ocupó la posición 133 entre 187 países clasificados y en la región centroamericana se ubica en el último lugar. Según el índice de competitividad global en el 2013, Guatemala ocupó la posición 83 entre los 148 países que son analizados.

Según el índice de percepción de la corrupción Guatemala, ocupó el puesto 113 de 174 países clasificados y según el índice de calidad educativa Guatemala figura en el puesto 139. Las mejores ventajas competitivas de Guatemala, son la solidez bancaria, en el que ocupa el lugar 17 de 148 países analizados, la cooperación en las relaciones patrono-trabajador en donde ocupa el puesto 23, el índice de importaciones en donde ocupa el puesto 23; el índice de flexibilidad en salarios en donde ocupa el puesto 27 y el índice de deuda externa como porcentaje del producto interno bruto (PIB), en donde ocupa el puesto 31 de 174 analizados.

El crecimiento económico de Guatemala fue positivo alrededor del 4 por ciento, el producto interno bruto en términos sectoriales en el 2013, se mantuvo sin variaciones significativas, correspondiéndole a la industria manufacturera el 17,8 por ciento. Durante el 2013, la Inversión extranjera directa (IED) fue de

1,354 millones de dólares, en donde para la industria del petróleo y minas le correspondió el 28 por ciento; para la industria de energía le correspondió el 11 por ciento, y la industria manufacturera le correspondió el 16 por ciento, distribuido de la siguiente forma: industria de plásticos 46,6 por ciento, industria de metales 4,6 por ciento, industria de textiles 3,8 por ciento e industria de alimentos 7,4 por ciento.

Es importante hacer ver que la política del actual gobierno, es la de atraer inversiones en el sector de manufactura ligera, el sector de energía, el sector de minería, el sector del petróleo, el sector del cemento y en el sector de palma africana. Es de esperar que este crecimiento económico se traduzca para la enseñanza de las diversas disciplinas de la ingeniería química, en la completación de contenidos que nos acerquen de acuerdo a la evolución histórica curricular que ha sucedido en los Estados Unidos y los demás países del primer mundo.

Sin embargo, las bases sobre las que se asientan las enseñanzas de la ingeniería química deben de ser las mismas en cualquier universidad de cualquier país, por lo que los acontecimientos coyunturales de países no deben afectar esas bases de contenido de la enseñanza de acuerdo a los avances históricos que estén ocurriendo.

Las tablas de la XLIII a la XLVI, muestran que por exclusión al plan de estudio base de la USAC, las universidades analizadas imparten asignaturas con contenidos de fenómenos de transporte de ingeniería de procesos, de ingeniería de las reacciones químicas, de ingeniería de producto, de gestión de la innovación y la tecnología y de disciplinas relacionadas con áreas de interés para la Ingeniería Química, que contienen conocimiento que cada vez se intensifica y profundiza más y más.

Por lo anterior, el plan de la carrera de ingeniería química de la USAC, debe considerar contar con este tipo de asignaturas, para que se forme en los próximos años ingenieros químicos homologables a sus homónimos de América Latina, de Norteamérica, de Europa o de cualquier lugar geográfico del planeta.

Hay que tener en cuenta que las enseñanzas de pregrado deben de estar coordinadas y estrechamente ligadas con estudios de maestrías para seguir siendo homologables con sus homónimos en este otro nivel.

En la investigación se encontró que algunas de las universidades analizadas, han introducido contenidos en la formación del ingeniero químico que corresponden a disciplinas de Ingeniería Industrial y no de Ingeniería Química, si esto ha ocurrido, es porque la sociedad empleadora de la industria local de estos países, así lo han requerido en la formación de pregrado de los ingenieros químicos.

Las disciplinas a las que se refiere de la ingeniería industrial pertenecen a las áreas administrativas, áreas de producción y a las áreas de métodos cuantitativos; con asignaturas obligatorias en algunos casos y optativas en otros. Estas se muestran en las tablas de la XLIII a la XLVI.

Tabla XLVII. **Contenidos de la asignatura diseño de procesos**

Unidad	Contenido general de la unidad de aprendizaje	Contenido específicos de la unidad de aprendizaje
1	Los procesos químicos industriales	El proceso químico en la transformación de materias primas
		Las operaciones unitarias físicas en las etapas previas y posteriores a la reacción química
		Factores importantes que intervienen en el desarrollo de un nuevo proceso químico
		Impacto de los procesos químicos sobre el medio ambiente
		Los esquemas de los procesos químicos
		Materias primas-conversión química-separación física-producto
2	Nociones del diseño de procesos químicos	Introducción y naturaleza del diseño
		La anatomía de un proceso de producción química
		La organización de un proyecto de ingeniería química
		Documentación del proyecto
		Código y estándares
		Factores de diseño
3	Etapas del diseño de los procesos químicos industriales	Etapa de definición y alcance del proyecto
		Etapa de Ingeniería de proceso
		Etapa de ingeniería de detalle
		Etapa de construcción
		Etapa de puesta en marcha y operación
4	Ingeniería de procesos	Diseño de procesos
		Estructura general de un sistema de proceso
		Simulación y optimización de proceso
		Aplicación de síntesis y análisis en procesos químicos industriales y en procesos físicos industriales escogidos
		Modelo de la cebolla
		Modelo de tareas

Continuación de la tabla XLVII.

5	Modelos en el diseño de procesos químicos industriales	Modelo conceptual de turton
		Modelo de descomposición jerárquico de Douglas
		Modelo de la cebolla
		Modelo de tareas

Fuente: elaboración de propia.

Tabla XLVIII. **Contenido de la asignatura aprovechamiento industrial de los recursos naturales**

Unidad	Contenido general de la unidad de aprendizaje	Contenido específicos de la unidad de aprendizaje
1	El aire como fuente de materias primas	Posibilidades de aprovechamiento químico-industrial del aire
		Separación físicas de los gases del aire
		Separación de los gases del aire por vía química
		Combinación química de los gases del aire
2	La hidrosfera como fuente de materias primas	El agua como materia prima
		El agua del mar fuentes de materias primas
3	La litosfera como fuente de materias primas	Sílice y arcillas como materias primas
		La caliza como materia prima
		El yeso como materia prima
		La piritita como materia prima
		La roca fosfática como materia prima
		Las menas potásicas como materias primas
		El petróleo y el gas natural como materias primas
El carbón como materias primas		

Continuación de la tabla XLVIII.

4	La biosfera como fuente de materias primas	El animal como fuentes de materias primas
		Materias extractivas vegetales
		El árbol vivo como fuentes de materias primas
		El árbol muerto como fuentes de materias primas
		Las grasas como materias primas
		Los residuos urbanos
		La flora marina como fuentes de materias primas

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Contenido de la asignatura introducción a la Ingeniería Química**

No.	Contenido general de la unidad de aprendizaje	Contenido específicos de la unidad de aprendizaje	
1	EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA. Historia de la tecnología	1.1	La ingeniería Química hasta la revolución industrial
		1.2	Evolución posterior a la revolución industrial
		1.3	El petróleo y la industria petroquímica
		1.4	La industria química actual
2	EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA. Como área de conocimiento	2.1	Período inicial de la ingeniería química como disciplina (1887-1925)
		2.2	Período de constitución formal como disciplina (1925-1950)
		2.3	Período de las ciencias de la ingeniería química (1950- 1970)
		2.4	Período de consolidación o de la ingeniería de procesos (1970- actualidad)
		2.5	Evoluciones futuras de la ingeniería química

Continuación de la tabla XLIX.

3	EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA. Definición de la Ingeniería Química	3.1	El American Institute of Chemical Engineers
		3.2	El Institut Du Génie Chimique de Toulouse
		3.3	The Institution of chemical engineers de Gran Bretaña
		3.4	Otras definiciones
4	CAMPOS DE ACCIÓN Y ESFERAS DE ACTUACIÓN DE LA INGENIERÍA QUÍMICA	4.1	La investigación
		4.2	El diseño y construcción de plantas
		4.3	La operación, la producción y el mantenimiento
		4.4	La administración
		4.5	Las ventas
		4.6	Otros campos de acción
		4.7	Las esferas de actuación
5	LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE MATERIALES	5.1	El sector secundario de la actividad económica
		5.2	El código industrial internacional uniforme
		5.3	Tipos de productos que produce la industria de procesamiento de materiales
		5.4	Industria Química
		5.5	Industria Farmacéutica
		5.6	Industria Alimenticia
		5.7	Industria siderurgia y metálica básica
6	PROCESOS QUÍMICOS	6.1	Los procesos químicos en la actualidad y futuro
		6.2	impacto de los procesos químicos sobre el medio ambiente
		6.3	descripción de un procesos

Continuación de la tabla XLIX.

7	OPERACIONES UNITARIAS	7.1	concepto de operaciones unitarias
		7.2	operaciones unitarias en donde el fenómeno controlante es la transferencia de momento
		7.3	operaciones unitarias en donde el fenómeno controlante es la transferencia de calor
		7.4	operaciones unitarias en donde el fenómeno controlante es la transferencia de masa
		7.5	operaciones unitarias en donde el fenómeno controlante es simultaneo de calor y masa
		7.6	operaciones unitarias complementarias
		7.7	operaciones unitarias químicas
8	INTRODUCCION A LOS FENOMENOS DE TRANSPORTE	8.1	Generalidades
		8.2	Transferencia de momento
		8.3	Transferencia de calor
		8.4	Transferencia de masa
9	PROCESOS QUIMICOS	9.1	sistemas de magnitudes y unidades
		9.2	ecuaciones dimensionales y a dimensionales
		9.3	análisis dimensional
		9.4	cambio de escala

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Contenido de la asignatura diseño de reactores**

No.	Contenido general de la unidad de aprendizaje	Contenido específicos de la unidad de aprendizaje	
1	Ecuaciones de diseño para sistemas por lotes y sistemas de flujo	1.1	Ecuaciones de diseño de sistemas por lotes
		1.2	Ecuaciones de diseño de sistemas de flujo
		1.3	Aplicaciones de las ecuaciones de diseño para reactores de flujo continuo
		1.4	Reactores en serie

Continuación de la tabla L.

2	Diseño de reactores isotérmico	2.1	Estructura de diseño para reactores isotérmicos
		2.2	Aumento de escala de datos de un reactor por lotes en fase líquida para el diseño de un reactor de tanque con agitación continua
		2.3	Reactores tubulares
		2.4	Caída de presión de reactores
		2.5	Operación de reactores en estado no estacionario
		2.6	Reactores de recirculación
3	Diseño de reactores no isotérmicos en estado estacionario	3.1	Balace de energía
		3.2	Reactores de flujo continuo no isotérmico
		3.3	Conversión de equilibrio
		3.4	Operación no adiabática de reactores
		3.5	Reactores químicos no isotérmicas
4	Diseño de reactores no isotérmicos en estado no estacionario	4.1	Ecuación general
		4.2	Operación en estado no estacionario de reactor de tanque con agitación continua
		4.3	Control de reactores químicos
		4.4	Reacciones múltiples no isotérmicas
		4.5	Operación no estacionaria de reactores de flujo tapón
5	Diseño de reactores catalíticos	5.1	Catalizadores
		5.2	Pasos de una reacción catalítica
		5.3	Síntesis de una ley de velocidad, mecanismo y paso limitante de la velocidad
		5.4	Diseño de reactores para reacciones gas-sólido
		5.5	Análisis de datos heterogéneos para el diseño de reactores
		5.6	Desactivación de catalizadores
6	Modelos para reactores no ideales	6.1	Modelos de un parámetro
		6.2	Modelo de dos parámetro
		6.3	Modelado de reactores reales con combinaciones de reactores ideales
7	Uso de paquetes de software para cálculos de reactores		

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. En cuanto a la comparación por eje de formación en el nivel macro, los campos de conocimiento que requiere la Ingeniería Química para su estudio son 4, distribuyéndose los contenidos de las asignaturas obligatorias u optativas en los rangos entre 21 y 35 por ciento ciencias naturales y exactas, entre un 43 y 69 por ciento en el campo de la ingeniería y tecnología, entre un 2 y 17 por ciento en las ciencias sociales y entre un 2 y 9 por ciento en el campo de las humanidades.
2. En cuanto a las disciplinas como ejes formadores de ingenieros químicos, estas se distribuyen con mayor importancia en las ciencias naturales y exactas: matemáticas, ciencias químicas y ciencias físicas en cuanto a la ingeniería y tecnología: fisicoquímica, operaciones unitarias e ingeniería aplicada y diseño, en cuanto a las ciencias sociales y humanidades, dependerá de los diferentes contextos.
3. La comparación por actividad en el nivel macro en cuanto a las asignaturas obligatorias, en el eje de ciencias naturales y exactas los resultados demostraron un rango entre el 16 y 35 por ciento, en el eje de ingeniería y tecnología entre 26 y 62 por ciento, en el eje de ciencias sociales entre 0 y 11 por ciento y entre un rango de 0 y 9 por ciento en el eje de humanidades. En cuanto a las asignaturas optativas los resultados demostraron un rango entre 0 y 7 por ciento del eje de ciencias naturales y exactas, entre el 0 y 38 por ciento en el campo de ingeniería, entre el 0 y 15 por ciento en el campo de ciencias sociales y en el campo de las humanidades, se encuentra en el rango de 0 y 11 por ciento. Del total de

las mallas analizadas, un 80 por ciento cuentan con asignaturas obligatorias y optativas, mientras que un 20 por ciento de las mallas corresponden a carreras cerradas que únicamente cuentan con asignaturas obligatorias.

4. La comparación por áreas de formación ha permitido determinar el porcentaje de asignaturas respecto del total de ellas en la carrera de la siguiente manera: con el 93,66 por ciento de actividad teórica y el 6,22 por ciento de actividad práctica. Donde la distribución de las asignaturas de la actividad teórica en el eje de ciencias naturales y exactas esta entre el 14 y 33 por ciento, entre el 21 al 52 por ciento en el eje de ingeniería y tecnología, entre el 2 y 17 por ciento en el eje de ciencias sociales y entre el 2 y 9 por ciento en el eje de humanidades. En cuanto a la actividad práctica, se encuentra que las ciencias naturales y exactas se encuentran en el rango entre el 0 al 7 por ciento, en el eje de ingeniería y tecnología entre el 0 al 38 por ciento, entre el 0 y 15 por ciento en el eje de ciencias sociales y entre el 0 y 9 por ciento en el eje de humanidades.
5. En cuanto al concepto de flexibilidad, representados en los primeros 4 semestres de la carrera, en donde el estudiante tiene contacto con asignaturas del eje de ingeniería y tecnología (ciencias de ingeniería e ingeniería aplicada y diseño), se observa que el 95 por ciento de mallas curriculares son flexibles bajo este criterio, con la diferencia de que el Tecnológico de Campeche presenta mayor flexibilidad y las Universidades de San Carlos de Guatemala, Buenos Aires y Rafael Landívar, presentan el currículo con menor grado de flexibilidad, debido a que solo se imparte una asignatura, y el 5 por ciento representa el plan rígido en el que se encuentra la Universidad Nacional de La Plata, donde se somete al estudiante a una ruta formativa inflexible y obligatoria.

6. En cuanto al segundo concepto de flexibilidad, en el cual se le brinda al estudiante la posibilidad de introducirse o ampliar sus conocimientos que le son afines o interesantes o los que sus capacidades personales logran un mejor desempeño, se observa que las asignaturas de carácter electivas o de libre elección o de libre configuración ofertadas en los planes de estudios con reconocimiento en créditos, el 55 por ciento de los planes son flexibles bajo este criterio y el 45 por ciento son planes con una flexibilidad engañosa o pseudo flexible y únicamente ofertan asignaturas optativas orientadas potencialmente a especialización pero no profundizan y los estudiantes no siguen un ordenamiento al cursar dichas asignaturas.

7. En cuanto a la comparación por exclusión de asignaturas obligatorias en los ejes de ciencias naturales y exactas, ciencias sociales y humanidades no se encontraron asignaturas que la malla base considere significativas para ser tomadas en cuenta, ya que depende del contexto; sin embargo, en el eje de ingeniería y tecnología, se encontraron ciertas asignaturas que son significativas por la variedad de subdisciplinas de ingeniería aplicada y diseño que se consideran. Estas subdisciplinas caracterizadas son 14, las cuales contemplan contenidos que son deseables se tomen en cuenta en la malla curricular con base en el nivel de licenciatura.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo al análisis por exclusión llevado a cabo en la presente investigación, se recomienda que, las asignaturas cuyos contenidos se imparten repetitivamente en los otros planes estudiados y que no tiene el plan de estudio base, que corresponde a la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, sean incluidas en la malla curricular e implementadas en el corto plazo, debido a que corresponden al perfil de egreso establecido en ingeniería de procesos, siendo estas asignaturas con un contenido significativos las siguientes.
 - Diseño de procesos
 - Aprovechamiento industrial de los recursos naturales
 - Introducción a la ingeniería química
 - Diseño de reactores

2. Se sugiere que la Escuela de Ingeniería Química Implemente una política, para que el estudiante se asigne cursos optativos que le son afines e interesantes de acuerdo a sus capacidades personales, pero que a la vez estructuran especialización o profundización en la ingeniería química, convirtiendo estos cursos optativos en electivos o selectivos. Algunas de estas especializaciones o profundizaciones se pueden dar en la ingeniería de procesos, en la ingeniería de bioprocesos, en la ingeniería de alimentos, en la ingeniería del petróleo u otras.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, Williams. *Lineamiento y fundamentos del enfoque y la estructura curricular de la carrera de ingeniería química en el marco del rediseño*. Artículo Investigación de La Escuela de Ingeniería Química no publicada. [Consulta: 19 de marzo de 2013].
2. Coordinación Nacional de Currículo. Catálogo [en línea]. de Maracaibo, [ref. noviembre 2009]. Disponible en web:<<http://www.curricular.info/Docu/CNC/unidades.pdf>>. [Consulta: 23 de julio de 2013].
3. CORREA, Santiago. *La flexibilidad curricular* [en línea]. Universidad de Antioquia. Disponible en web: <http://www.puj.edu.co/vice/academica/documentos/doc%20jir%20xxi/flexibilidad_scorrea.doc>. [Consulta: 5 de septiembre de 2013].
4. DÍAZ, Mario. *Flexibilidad y educación superior en Colombia*, [en línea]. Bogotá, D.C. Colombia, 2002, p. 62-118. Disponible en web:<http://www.aspuacol.org/14ultimasnoticias/FLEXIBILIDAD_Y_EDUCACION_SUPERIOR_EN_COLOMBIA.pdf>. [Consulta: 21 de junio de 2013].

5. ESCALONA, Lina. *Flexibilidad curricular: Elemento clave para mejorar la educación bibliotecológica*. Centro Universitario de investigaciones bibliotecológicas de la UNAM, México. Disponible en web: <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/ibi/article/view/4147/0>>. [Consulta: 18 de junio de 2013].
6. Escuela de Ingeniería Química [en línea]. Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en Web:<<http://sitios.ingenieriausac.edu.gt/química/index.php>>. [Consulta: 2 de enero de 2013].
7. PEDROZA, René. *El currículo flexible en el modelo de la universidad organizado en escuela y facultades, revista de la educación superior* [en línea]. Núm.117, enero/marzo, ANUIES, México, 2000. Disponible en web: <<http://publicaciones.anuies.mx/revista/117/4/1/esel-curriculum-flexible-en-el-modelo-de-universidad-organizado-en>>. [Consulta: 11 de agosto de 2013]
8. PEDROZA, René. *Propuesta de un modelo curricular flexibilidad para mejorar la calidad de la formación profesional* [en línea]. 2004. pp.5-6. Disponible en web: <<http://cuib.unam.mx/~escalona/pagina/LECTURA1.pdf>>. [Consulta: 11 de agosto de 2013].
9. Ranking mundial de universidades en la web. <http://universidades.universia.es/universidades_delmundo/rankinguniversidades/>. [Consulta: 18 de octubre de 2013].

10. Tecnológico de Campeche. Departamento Ingeniería Química en Proceso Sustentable. [en línea] Disponible en Web: <http://www.snit.mx/images/areas/docencia/licenciatura_2010/noviembre2012/Reticula_Ingenieria_Quimica_IQUI-2010-232.pdf>. [Consulta: 20 de marzo de 2013]

11. TOBÓN, Sergio. *El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular acción pedagógica*, No. 16 Enero-Diciembre, 2007 [en línea]. Madrid, España. Disponible en web: <<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17292/2/articulo2.pdf>>. [Consulta: 2 de febrero de 2013].

12. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Facultad de ciencias exactas y tecnología, carrera de Ingeniería Química. Disponible en web: <<http://www.uagrm.edu.bo/carrera.php>>. [Consulta: 8 de abril de 2013].

13. Universidad Católica de Valparaíso. Departamento de Ingeniería Química. Disponible en Web: <http://www.ucv.cl/p3_carrera/site/pags/20031224105525.hl>. [Consulta: 25 de febrero de 2013]

14. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web: <<http://www.uce.edu.ec/documents/22812/35194/malla2>>. [Consulta: 25 de marzo de 2013]

15. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web: <http://sikuani.udea.edu.co/programasUdeA/blocK/resource/LTg2MTk4Nzc2OQ==/export_1366748213273.pdf>. [Consulta: 13 de marzo de 2013].
16. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Disponible en web: <http://www.fi.uba.ar/archivos/Actualizacion_2010_Plan_1986_Quimica_Modificado.pdf>. [Consulta: 8 de abril de 2013].
17. Universidad de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Química. Disponible en Web: <[http://www.eiq.ucr.ac.cr/docs/Plan_de_estudios_\(2003\).pdf](http://www.eiq.ucr.ac.cr/docs/Plan_de_estudios_(2003).pdf)>. [Consulta: 5 de febrero de 2013].
18. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química. Disponible en Web: <<http://www.fia.ues.edu.sv/web/quimica/planes>>. [Consulta: 6 de febrero de 2013].
19. Universidad del Valle de Guatemala. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web: <<http://www.uvg.edu.gt/facultades/ingenieria/quimica/PENSUM%20INGENIERIA%20QUIMICA%202010.pdf>>. [Consulta: 7 de febrero de 2013].
20. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química. [ref. del 6 febrero 2013]. Disponible en Web: <<http://iq.uis.edu.co/eisi/InfoGeneral/programaPlanEst.jsp?plan>>.

21. Universidad Mayor de San Francisco Xavier. Facultad de tecnología.
Disponible en web:
<<http://usfx.info/tecnologia/index.php?id=0&pm=no&in=ple&ex=y>>.
[Consulta: 19 de marzo de 2013].
22. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web:
<http://www.quimica.unam.mx/materias.php?id_rubrique=92&id_article=1613&color=227AB9&rub2=92>. [Consulta: 7 de febrero de 2013].
23. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Química. Disponible en Web:<http://www.unal.edu.co/diralpre/docs/R0146_13_05_10F.df>. [Consulta: 6 de febrero de 2013].
24. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web:<http://www.fiq.uni.edu.ni/plan_estudio.php>.
[Consulta: 3 de febrero de 2013].
25. Universidad Nacional de La Plata: Departamento de Ingeniería Química. Disponible en Web:<<http://www.ing.unlp.edu.ar/grado/vigentes/quimica.pdf>>. [Consulta: 7 de febrero de 2013].
26. Universidad Nacional de Santo Domingo. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en Web:
<http://uasd.edu.do/desc_carreras/?periodoV=999999&programa=P-IQUI&plan=000012&valor=R&lugar=2>. [Consulta: 27 de marzo de 2013].

27. Universidad Nacional del Callao. Escuela de Ingeniería Química.
Disponible en Web: <<http://www.unac.edu.pe/index.php?id=Callao-IngQuimica>>. [Consulta: 8 de febrero de 2013]

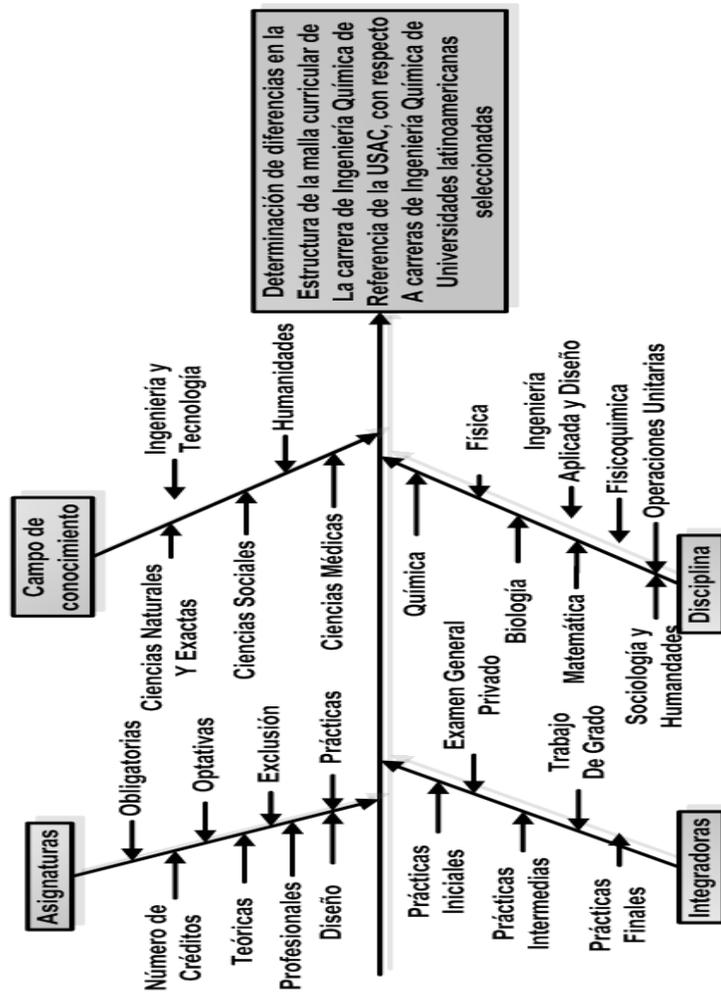
28. Universidad Rafael Landívar. Departamento de Ingeniería Química.
Disponible en web:
<http://www.url.edu.gt/PortalURL/Principal_01.aspx?sm=c2&s=29&sm=c5>. [Consulta: 12 marzo 2013].

29. Universidad Simón Bolívar. Coordinación de Ingeniería Química.
Disponible en Web:
<http://www.iq.coord.usb.ve/documentos/pensum/pensum_septiembre_2006.pdf>. [Consulta: del 10 febrero 2013].

30. VALLE B, Mauricio. *Base Comparativo de Mallas Curriculares de Carreras de Ingeniería Civil* [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. [ref. de 22 febrero 2013] Disponible en Web: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/977Valle.pdf>>.

APÉNDICES

Figura 9. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencia Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Química III	X		X		1	6	1	32
			Química IV	X		X		2			
			Química Orgánica I	X		X		4			
			Química Orgánica II	X		X		5			
			Análisis Cualitativo	X		X		3			
			Análisis Cuantitativo	X		X		4			
				Bioquímica	X			X	6		
	Matemática	Matemática	Matemática Básica I	X		X		1	7	2	55
			Matemática Básica II	X		X		2			
			Matemática Intermedia I	X		X		3			
			Matemática Intermedia II	X		X		4			
			Matemática Intermedia III	X		X		4			
			Matemática Aplicada I	X		X		5			
			Matemática Aplicada II	X			X	6			
			Matemática Aplicada III	X		X		5			
				Matemática Aplicada IV	X			X	6		
	Estadística	Estadística	Estadística I	X		X		4	1	1	10
			Estadística II	X			X	5			
	Ciencias física	Física	Física Básica	X		X		2	3	2	29
Física I			X		X		3				
Física II			X		X		4				
Física III			X			X	5				
Física IV			X			X	6				
Ciencia Sociales	Sociología	Sociología	Social Humanística I	X		X		2	2	13	
			Social Humanística II	X		X					2
	Filosofía	Filosofía	Lógica	X			X				4
			Filosofía de La Ciencia	X			X				3
		Ética	X			X	8	0	1	4	
Humanidades	Lengua y Literatura	Lengua y literatura	Idioma Técnica I	X		X		1	4	0	8
			Idioma Técnica II	X		X		2			
			Idioma Técnica III	X		X		3			
			Idioma Técnica IV	X		X		4			
	Arte	Arte	Técnicas Complementarias I	X		X		1	1	1	6
			Técnicas Complementarias II	X			X	2			
	Deportes	Deporte	Deportes I	X			X	1	0	2	2
Deportes II			X			X	2				
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica III	X		X		7	2	0	8
			Termodinámica IV	X		X		8			
		Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		5	5	0	16
			Fisicoquímica II	X		X		6			
			Laboratorio de Físico Química I		X	X		6			
			Laboratorio de Físico Química II		X	X		7			
			Cinética de Procesos Químicos	X		X		9			
	Operaciones Unitarias	Física	Balance de Masa y Energía	X		X		5	7	2	35
			Flujo de Fluidos	X		X		6			
			Transferencia de Calor	X		X		7			
			Transferencia de Masa en Etapas de Equilibrio	X		X		8			
			Transferencia de Masa en Contacto Continuo	X		X		9			
			Operaciones Unitarias Complementarias	X			X	9			
			Separación por membranas selectivas	X			X	10			
			Laboratorio de Ingeniería Química I		X	X		8			
			Laboratorio de Ingeniería Química II		X	X		9			
	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Ingeniería Económica I	X		X		5	4	2	25
			Ingeniería Económica III	X		X		9			
			Diseño de Plantas	X			X	9			
			Procesos Químicos Industriales	X		X		10			
Diseño de Equipos			X		X		10				
Gestión Total de La Calidad			X			X	10				

Continuación de la tabla LI.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Biotecnología	Bioingeniería I	X			X	9			10	
			Microbiología industrial	X		X		6	1	1		
		Ingeniería textil	Ingeniería Textil I	X			X	8				8
			Ingeniería Textil II	X			X	9	0	2		
		Tecnología Alimentos	Tecnología de Los Alimentos	X			X	7				7
			Extracción Industrial	X			X	10	0	2		
		Ingeniería Ambiental	Química Ambiental	X		X		6				11
			Control de Contaminantes Industriales	X			X	9	1	2		
			Conservación de la Energía en la Industria	X			X	9				
		Administración	Administración de Empresa I	X		X		7				14
			Administración de Empresa II				X	8				
			Psicología industrial				X	5	1	3		
			Administración de personal				X	6				
		Tecnología del azúcar	Ingeniería del Azúcar	X			X	9	0	1	4	
		Ing. De la Producción	Ingeniería de la Producción	X			X	7	0	1	5	
		Seguridad e Higiene	Seguridad e Higiene Industrial	X			X	7	0	1	3	
		Ingeniería Ciencias y Sistemas	Programación de Computadoras I		X	X		5	1	1	6	
			Programación de Computadoras II		X		X	6				
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Prácticas Iniciales	X		X		3				4
			Prácticas Intermedias	X		X		7				
			Prácticas Finales		X	X		9	4	0		
			Seminario de Investigación	X		X		9				
		Tecnología farmacéutica	Operaciones y procesos en la industria farmacéutica	X			X	9	0	1	4	
		Gestión de la innovación y tecnología	Introducción a la gestión tecnológica	X			X	10	0	1	3	
		Otros	Ecología	X		X		5				16
			Ingeniería eléctrica I	X		X		5	3	1		
Ingeniería eléctrica II	X			X		6						
Legislación	X				X	5						

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Matemática	Matemática	Álgebra	X		X		1	5	2	33
			Cálculo diferencial	X		X		1			
			Cálculo integral	X		X		2			
			Métodos numéricos	X		X		2			
			Cálculo de varias variables	X		X		3			
			Matemática I	X			X	4			
			Matemática II	X			X	5			
	Ciencias física	Física	Física mecánica I	X		X		1	4	0	16
			Física mecánica II	X		X		2			
			Física electromagnetismo	X		X		3			
			Elasticidad	X		X		6			
	Ciencias química	Química	Introducción a la ingeniería química	X		X		1	7	0	30
			Química general	X		X		2			
			Química Analítica	X		X		3			
			Química orgánica	X		X		4			
Laboratorio de análisis químico				X	X		8				
Instrumentación			X		X		8				
Laboratorio de instrumentación		X	X		9						
Humanidades	Arte	Arte	Dibujo de ingeniería I	X		X		5	2	0	5
			Dibujo de ingeniería II	X		X		6			
Ingeniería y tecnología	Fisicoquímica	Termodinámica	Termodinámica general	X		X		3	2	0	12
			Termodinámica química	X		X		5			
		Fisicoquímica	Elementos de fisicoquímica	X		X		4			
			Laboratorio de fisicoquímica		X	X		7			
	Operaciones unitarias	Físicas	Fluidos	X		X		6	4	0	16
			Transferencia de calor	X		X		7			
			Transferencia de masa	X		X		8			
			Laboratorio de operaciones unitarias		X	X		11			
	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería ciencias y sistemas	Computación aplicada	X		X		9	1	0	4
		Ingeniería de procesos		Cálculo de proceso	X		X		7	7	1
Cinética y diseño de reactores				X		X		8			
Diseño mecánico				X		X		9			
Análisis económico				X		X		10			
Laboratorio análisis industrial					X	X		7			
Control de procesos				X		X		10			
Simulación de procesos químicos	X			X	7						
Ingeniería económica	X		X		11						

Continuación de la tabla LII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y tecnología	Ingeniería aplicada y diseño	Diseño experimental y metodología de la investigación	Investigación y proyecto I	X		X		10	4	0	20
			Investigación y proyecto II	X		X		10			
			Investigación y proyecto III	X		X		10			
			Diseño experimental	X		X		5			
		Tecnología metalurgia	Metalurgia física	X		X		5	1	0	4
		Otros	Proceso de conversión de energía	X		X		6	1	2	10
			Análisis estructural	X			X	12			
			Espectroscópico	X			X	12			
		Electroquímica y corrosión	Procesos electroquímicos	X		X		9	2	1	11
			Laboratorio electroquímico		X	X		10			
			Corrosión industrial	X			X	11			
		Administrativo	Administración y organización	X		X		12	1	1	7
			Principios de administración	X			X	8			
		Biotecnología	Fundamentos de bioquímica	X			X	9	0	4	12
			Introducción a la bioinformática	X			X	9			
			Bioquímica experimental	X			X	10			
Tópicos avanzados de bioquímica	X				X	10					
		Bioquímica industrial	X			X	10				

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LIII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Tecnológico de Campeche**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química Inorgánica	X		X		1	4	0	26
			Química orgánica I	X		X		2			
			Química orgánica II	X		X		3			
			Análisis instrumental	X		X		4			
			Química Analítica	X		X		2			
	Matemática	Matemática	Cálculo diferencial	X		X		1	6	0	29
			Cálculo integral	X		X		2			
			Cálculo vectorial	X		X		3			
			Métodos numéricos	X		X		4			
			Ecuaciones diferenciales	X		X		4			
			Álgebra lineal	X		X		2			
Ciencias sociales	Filosofía	Ética	Taller de ética	X		X		1	3	0	19
	Sociología	Sociología	Desarrollo sustentable	X		X		5			
			Servicio social	X		X		9			
Ingeniería y Tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica	X		X		3	1	0	5
		Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		5			
			Fisicoquímica II	X		X		6			
	Operaciones Unitarias	Físicas	Mecanismo de transferencia	X		X		4	6	0	31
			Balance de materia y energía	X		X		4			
			Balance de momento, calor y masa	X		X		5			
			Procesos de separación I	X		X		5			
			Proceso de separación II	X		X		6			
			Proceso de separación III	X		X		7			
	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Ingeniería de costos	X		X		5	9	0	48
			Síntesis y optimización de procesos	X		X		7			
			Reactores químicos	X		X		7			
			Instrumentación y control	X		X		8			
			Ingeniería de proyecto	X		X		8			
			Simulación de procesos	X		X		8			
			Laboratorio integral I		X	X		6			
			Laboratorio integral II		X	X		7			
Laboratorio integral III				X	X		8				

Continuación de la tabla LIII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Seguridad e higiene industrial	Salud y seguridad en el trabajo	X		X		2	1	0	5
			Mecánica clásica	X		X		2			
		Otros	Electricidad, magnetismo y óptica	X		X		3			
			Análisis de datos experimentales	X		X		3	4	0	45
			Especialidad	X		X		9			
			Actividad complementaria	X		X		9			
		Ing. Ciencias y Sistemas	Programación	X		X		1	2	0	7
			Dibujo asistido por computadoras	X		X		1			
		Administración	Gestión total de la calidad	X		X		3	2	0	8
			Taller de administración gerencial	X		X		8			
		Tecnología ambiental	Ingeniería ambiental	X		X		4	1	0	5
				X		X		8			
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Taller de la investigación I	X		X		6			
Taller de la investigación II	X			X		7					
Fundamentos de la investigación	X			X		1	4	0	22		
Residencia profesional	X			X		9					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LIV. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Santo Domingo**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Matemática	Matemática	Matemática básica	X		X		1	6	0	28
			Geometría descriptiva	X		X		3			
			Cálculo y analítica I	X		X		3			
			Álgebra superior	X		X		2			
			Cálculo y geometría analítica II	X		X		4			
			Ecuaciones diferenciales	X		X		5			
	Ciencias Física	Física	Física básica	X		X		1	7	0	16
			Física general I	X		X		2			
			Lab. De física general I		X	X		2			
			Física general II	X		X		3			
			Lab. De física general II		X	X		3			
			Física general III	X		X		4			
	Ciencias Química	Química	Introducción a la ingeniería química I	X		X		1	8	0	28
			Química básica	X		X		1			
			Química general	X		X		2			
			Introducción a la ingeniería química II	X		X		3			
			Química inorgánica para ingenieros	X		X		3			
			Química Orgánica I	X		X		4			
			Química orgánica II	X		X		5			
			Biología básica	X		X		2			
	Ciencia Sociales	Sociología	Sociología	Orientación institucional	X		X		1	3	0
Ingeniería y sociedad				X		X		3			
Introducción a las ciencias sociales				X		X		3			
Humanidades	Filosofía	Filosofía	Introducción a la filosofía	X		X		1	1		3
	Historia	Historia	Fundamentos de historia social Dominicana	X		X		1	1		3
	Lengua y literatura	Lengua y literatura	Lengua española básica I	X		X		1	2	0	6
Ingeniería y Tecnología	Fisicoquímica	Fisicoquímica	Química física I	X		X		4	2	0	8
			Química física II	X		X		5			
	Termodinámica	Termodinámica	Termodinámica química I	X		X		6	2	0	8
			Termodinámica química II	X		X		7			
	Operaciones Unitarias	Física	Fundamentos operaciones unitarias I	X		X		5	8	0	34
			Fundamentos operaciones unitarias II	X		X		6			
			Operaciones unitarias I	X		X		6			
			Lab. Operaciones unitarias I		X	X		7			
			Operaciones unitarias II	X		X		7			
			Lab. Operaciones unitarias II		X	X		8			
Operaciones unitarias III			X		X		8				
Balance de materia y energía			X		X		4				

Continuación de la tabla LIV.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería ciencias y	Computadoras para Ing. Química I	X		X		6	2	0	6
			Computadoras para Ing. Química II	X		X		7			
		otros	Métodos estadístico para ingenieros químicos	X		X		4	7	0	25
			Dibujo técnico	X		X		2			
			Mecánicas racional	X		X		6			
			Diagrama y planos industriales		X	X		7			
			Tecnología industrial I	X		X		8			
			Electricidad industrial	X		X		10			
			Tecnología industrial II	X		X		9			
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Metodología de la investigación técnica	X		X		5	4	0	17
			Práctica industrial I		X	X		9			
			Práctica industrial II		X	X		10			
			Tesis de grado o curso equivalente	X		X		10			
		Tecnología de materiales	Mecánica de materiales	X		X		6	2	0	6
			Materiales y corrosión	X		X		7			
		Tecnología de alimentos	Tecnología de alimentos I	X		X		7	4	0	13
			Tecnología de alimentos II	X		X		8			
			Tecnología de alimentos III	X		X		9			
			Laboratorio de tecnología de alimentos		X	X		10			
		Administrativo	Mercadeo y ventas	X		X		10	2	0	6
			Gestión de calidad	X		X		10			
		Ingeniería de procesos	Fund. Teórico de ingeniería química	X		X		6	7	0	32
			Ingeniería económica	X		X		8			
Diseño de reactores	X			X		8					
Refrigeración y aire acondicionado	X			X		9					
Diseño de sistemas de fluidos	X			X		9					
Gestión técnica de productos	X			X		9					
Diseño de plantas	X			X		10					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LV. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencia Naturales y Exactas	Matemática	Matemática	Álgebra I	X		X		1	6	0	29
			Cálculo I	X		X		1			
			Álgebra II	X		X		2			
			Cálculo II	X		X		2			
			Ecuaciones Dif. Ord. Y Parciales	X				3			
			Análisis Numérico	X		X		4			
	Ciencia física	Física	Físico I	X		X		1	3	0	18
			Física II	X		X		2			
			Física III	X		X		3			
	Estadística	Estadística	Estadística Aplicada	X		X		5	1	0	4
	Ciencia química	Química	Química General	X		X		1	6	0	32
			Química Inorgánica I	X		X		2			
			Química Orgánica I	X		X		2			
Química Analítica Cualitativa			X		X		3				
Química Orgánica II			X		X		3				
Química Analítica Cuantitativa	X		X		4						
Humanidades	Arte	Arte	Dibujo Técnico	X		X		1	1	0	3
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica	X		X		4	1	0	5
		Fisicoquímica	Físico Química I	X		X		4	2	0	10
			Análisis Fisicoquímica Industrial	X		X		6			
	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte I	X		X		4	2	0	8
			Fenómeno de Transporte II	X		X		5			
		Física	Operaciones Unitarias I	X		X		5	4	0	16
			Operaciones Unitarias II	X		X		6			
			Operaciones Unitarias III	X		X		7			
			Operaciones Unitarias IV	X		X		8			
		Química	Ingeniería de Reacciones Química I	X		X		5	2	0	10
	Ingeniería de Reacciones Química II		X		X		6				
	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Diseño de Reactores I	X		X		7	7	0	31
			Servicios Auxiliares en la Ind.	X		X		7			
			Inst. Y Control de Procesos Ind.	X		X		8			
			Diseño de Reactores II	X		X		8			
Simulación y Optimización de Procesos			X		X		9				
Diseño de Plantas Químicas			X		X		9				
Diseño Experimental e Industrial	X		X		9						

Continuación de la tabla LV.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Electrotecnia	Electroquímica Industrial Electrotecnia Industrial	X		X X		5 6	2	0	9
		Tecnología Materiales	Materiales en Ing. Química	X		X		5	0	1	4
		Tecnología Alimentos	Tecnología de Leche y Derivados Tecnología de Grasas y Aceites	X X			X X	13 13	0	2	8
		Tecnología Ambiental	Medio Ambiente I Medio Ambiente II Manejo y Trat. De Residuo Sólidos Manejo y Trat. De Residuo Líquidos Manejo y Trat. De Residuo Gaseoso	X X X X X		X X X X X		7 8 15 15 15	2	3	20
		Administración	Organización y Administración Industrial	X		X		6	1	0	4
		Seguridad e Higiene	Seguridad Ind. Y Norma ISO	X		X		7	1	0	5
		Biotecnología	Microbiología Industrial Bioingeniería	X X		X X		6 13	1	1	9
		Tecnología Petroquímica	Tecnología Química de los Hidrocarburos Industria del Gas Natural Industria del Petróleo	X X X		X X X		14 14 14	0	3	12
		Diseño experimental y metodología de la Investigación	Preparación de Proyectos Evaluación de Proyectos Prácticas Industriales Supervisadas Trabajo de Grado Técnica Superior Graduación Directa Trabajo de Grado Nivel Licenciatura Modalidad de Graduación	X X X X X X X		X X X X X X X		7 8 10 11 12 12 17	6	1	29
		Legislación	Marco Jurídico	X		X		9	1	0	4
		Tecnología metalurgia	Metalurgia	X			X	16	0	1	4
		Otros	Agroquímicos Técnica de desechos y secado	X X			X X	16 16	0	2	8
		Ingeniería de ciencias y sistemas	Programación y computación	X		X		3	1	0	4

Fuente: elaboración propia con base a publicaciones en la página web.

Tabla LVI. Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química general I	X		X		1			40
			Química general II	X		X		2			
			Química orgánica I	X		X		1			
			Química orgánica II	X		X		2	7	0	
			Química orgánica III	X		X		3			
			Análisis químico	X		X		3			
			Análisis instrumental	X		X		4			
	Matemática	Matemática	Cálculo diferencial	X		X		1			22
			Cálculo integral	X		X		2			
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		3	6	0	
			Cálculo básico I	X		X		3			
			Cálculo básico II	X		X		4			
	Análisis numérico	X		X		4					
Ciencia física	Física	Física I	X		X		1	2	0	12	
		Física II	X		X		2				
Estadística	Estadística	Estadística I	X		X		2	2	0	6	
		Estadística II	X		X		3				
Ciencias sociales	Historia	Historia	Historia de la ciencia y de la técnica	X			X	4		10	
	sociología	Sociología	Trato interpersonal	X			X	4			
			Emprendimiento	X			X	8	1		4
			Problemas socioeconómico	X		X		4			
			Técnicas de estudio	X			X	4			
Ingeniería y Tecnología	Fisicoquímica	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		3		16	
			Termodinámica II	X		X		4	3		0
			Ingeniería termodinámica	X		X		6			
	Fisicoquímica	Fisicoquímica	X		X		5	1	0	6	
	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de transporte I	X		X		5	2	0	12
			Fenómeno de transporte II	X		X		6			
	Operaciones Unitarias	Física	Operaciones unitarias I	X		X		6			24
			Operaciones unitarias II	X		X		7	4	0	
			Operaciones unitarias III	X		X		8			
			Operaciones unitarias IV	X		X		9			
	Química	Química	Ingeniería de reacciones química I	X		X		7	2	0	12
			Ingeniería de reacciones química II	X		X		8			
	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería de procesos	Ingeniería económica	X		X		7			24
			Proyecto industriales	X		X		8			
			Ingeniería de plantas industriales	X		X		9	6	0	
Diseño de procesos			X		X		9				
Control automático			X		X		8				
Simulación de proceso	X		X		9						

Continuación de la tabla LVI.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería aplicada y diseño	Electrotecnia	Electrotecnia	X		X		3			10	
			Electroquímica	X		X		4	3	0		
			Corrosión	X		X		5				
		Ciencias y Sistemas	Programación		X		X		1	1	0	4
		Ingeniería de métodos e investigación operacional	Propiedad industrial	X			X	8	0	1	2	
		Biotecnología	Bioquímica		X		X		4	2	0	10
				Biotecnología industrial	X		X		6			
		Seguridad e Higiene	Seguridad industrial	X			X	8	0	1	2	
		Tecnología Petroquímica	Tecnología del petróleo	X		X		6	2	0	10	
			Refinación de petróleo	X		X		7				
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Metodología de la investigación	X		X		7			30	
			Investigación operativa	X		X		6	4	0		
Teoría de restricciones	X			X		9						
Tecnología de catálisis	Catálisis heterogénea		X			X	7	0	1	2		
Tecnología de Metalurgia	Metalurgia	X			X	7	0	1	2			
Tecnología ambiental	Tratamiento de aguas		X		X		7	1	1	6		
		Gestión ambiental	X		X		8					

Fuente: elaboración propia con base a publicaciones en la página web.

Tabla LVII. Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Antioquia

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Matemática	Matemática	Matemática operativas	X		X		1			36
			Geometría euclidiana	X		X		1			
			Geometría vectorial y analítica	X		X		2			
			Cálculo I	X		X		2			
			Cálculo II	X		X		3	9	0	
			Álgebra lineal	X		X		3			
			Cálculo III	X		X		4			
			Ecuaciones diferenciales	X		X		4			
	Matemática aplicada I.Q.	X		X		10					
	Ciencias física	Física	Física I	X		X		3			15
			Laboratorio física II		X	X		3			
			Física II	X		X		4	6	0	
			Laboratorio de física II		X	X		4			
Física III			X		X		5				
Laboratorio de física III		X	X		5						
Estadística	Estadística	Estadística para ingeniería	X		X		5	1	0	4	
Ciencias química	Química	Química General I	X		X		1			30	
		Laboratorio de Ingeniería química I		X	X		1				
		Química general II	X		X		2				
		Laboratorio de química general II		X	X		2				
		Química analítica	X		X		3				
		Laboratorio de química analítica I		X	X		4	12	0		
		Química orgánica I	X		X		5				
		Laboratorio química orgánica I		X	X		6				
		Química orgánica II	X		X		6				
		Laboratorio de química orgánica II		X	X		7				
Análisis instrumental	X		X		8						
Laboratorio análisis instrumental		X	X		8						
Ciencias sociales	Economía	Economía	Introducción a la economía	X		X		5	1	0	4
	Sociología	Sociología	Formación ciudadana	X		X		1	1	0	4
Humanidades	Filosofía	Ética	Ética profesional	X		X		9			12
	Historia	Historia	Ciencia y técnica historia contemporánea	X		X		1	1	0	
			Historia socioeconómico de Colombia IV	X		X		10			
	Lengua y	Lengua y	Español	X		X		1	1	0	
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Físicoquímica	Físicoquímica I	X		X		3			10
			Laboratorio de físicoquímica I		X	X		4	4	0	
			Físicoquímica II	X		X		4			
			Laboratorio de físicoquímica II		X	X		5			
	Termodinámica	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		6	2	0	8
			Termodinámica II	X		X		7			

Continuación de la tabla LVII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ingeniería y Tecnología	Operaciones Unitarias	Física	Balance I	X		X		5			28	
			Balance II	X		X		6				
			Transferencia de calor	X		X		7				
			Transferencia de masa I	X		X		7				
			Laboratorio I de Op. Unitarias		X	X		7				
			Laboratorio II de Op. Unitarias		X	X		8				
			Transferencia de masa II	X		X		8				
			Laboratorio III de op. Unitarias		X	X		8				
			IV de op. Unitarias		X	X		10				
			Manejo de sólidos	X		X		9				
		Química	Ingeniería de Reacciones Químicas	X		X		8	2	0	5	
	Laboratorio de ingeniería de reacciones Q.			X	X		8					
		Ingeniería de procesos	Ingeniería económica	X		X		6			17	
	Diseño I		X		X		9					
	Diseño II		X		X		10					
	Instrumentación y control		X		X		9					
	Laboratorio de instrumentación y control			X	X		10					
			Biotecnología	Biotecnología I	X		X		8			
	Introd. A la ingeniería bioquímica			X			X	9	1	1		9
			Tecnología ambiental	Evaluación y control de contaminantes de recursos naturales	X			X	8			
	Ingeniería del control de la contaminación del aire			X			X	8	0	2		9
			Seguridad e higiene	Seguridad e higiene ocupacional	X			X	9	0		1
		Ingeniería Aplicada y Diseño	Empresarismo I	X			X	10			8	
	Empresarismo II		X			X	10	0	4			
	Gestión tecnológica		X			X	9					
	Normas ISO		X			X	9					
		Tecnología de materiales	Ingeniería de los materiales	X		X		8	1	0	4	
		Diseño experimental y metodología de la Investigación	Seminario de ing. Química	X		X		2			7	
Anteproyecto	X			X		8						
Profundización en investigación	X				X	8						
Trabajo de grado	X				X	10	2	4				
Práctica social	X				X	10						
Proyecto de investigación	X			X	10							
	Ingeniería ciencias y sistemas	Computadoras I y laboratorio	X		X		2	1	0	5		
	Otros	Mecánica de fluidos	X		X		6			10		
Electricidad general		X		X		7						
Taller general		X		X		9	4	0				
Laboratorio de electricidad general			X	X		7						

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LVIII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Buenos Aires**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ciencia Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química	X		X		1 y 2	6	0	46	
			Introducción a la Ingeniería Química	X		X		6				
			Química I	X		X		3				
			Química Inorgánica	X		X		4				
			Química Orgánica	X		X		5				
			Química Analítica Instrumental	X		X		6				
	Matemática	Matemática	Análisis Matemático	X		X		1 y 2	6	1	54	
			Álgebra	X		X		1 y 2				
			Análisis Matemático II	X		X		3				
			Álgebra II	X		X		4				
			Análisis Numérico I	X		X		5				
			Matemática Especial Para Ingenieros Químicos	X		X		6				
			Análisis Numérico II	X			X	11				
	Estadística	Estadística	Probabilidad y Estadística	X		X		6	1	0	4	
	Ciencias físicas	Física	Física	X		X		1 y 2	3	2	32	
Física I			X		X		3					
Física II			X		X		4					
Física de fluidos			X			X	11					
Física III			X			X	12					
Ciencias Sociales y Humanidades	Lengua y Literatura	Lengua y literatura	Idioma Inglés	X			X	11	0	5	20	
			Idioma Alemán	X			X	11				
			Idioma Francés	X			X	11				
			Idioma Italiano	X			X	11				
			Idioma Portugués	X			X	11				
	Sociología y filosofía	Sociología y filosofía	Pensamiento Científico	X		X		1	2	0	8	
Ingeniería y Tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica de Los Procesos	X		X		5	1	1	16	
			Termodinámica Estadística	X			X	12				
		Fisicoquímica	Química Físico	X		X		7				
			Fisicoquímica Especial	X			X	12				
	Proceso Electroquímicos		X			X	11					
	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte	Electroquímica	X			X	11	2	3	26
				Evaluación de Propiedades Física	X		X		7			
		Físicas	Operaciones Unitarias de Transferencia de Cantidad de Movimiento y energía	X		X		8				
			Operaciones Unitarias de Transferencia de Materia	X		X		8				
			Laboratorio de Operaciones y Procesos		X	X		11				

Continuación de la tabla LVIII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Diseño de Reactores	X		X		9			56
			Diseño Avanzado de Reactores	X			X	12			
			Diseño de procesos	X		X		10			
			Instalaciones de Plantas de Proceso	X		X		9			
			Instrumentación y Control de Plantas Químicas	X		X		10	5	3	
			Control Estadístico de Procesos	X			X	12			
			Evaluación de Proyecto de Plantas Químicas	X		X		11			
			Industria de Procesos	X		X		11			
		Tecnología en ambiental	Emisiones de Contaminantes Químico y Biológico	X		X		10	2	1	12
			Gestión de Recursos en la Industria	X			X	11			
			Seguridad Ambiental y Trabajo	X		X		8			
		Otros	Legislación y ejercicio profesional de Ing. Qca.	X		X		10			44
			Laboratorio de Instalaciones Eléctricas	X	X	X		7			
			Elementos finitos avanzados en la mecánica de fluidos	X			X	12			
			Intr. Al métodos de los elementos finitos	X			X	12	2	6	
			Mecánica del continuo	X			X	12			
Intr. Al análisis tensorial	X				X	11					
Fundamentos de la ing. De reservorios	X				X	12					
Fundamentos de la simulación numérica de reservorio	X				X	12					
Administración	Introducción a la planificación interactiva	X			X	11	0	1	4		
Ing. Ciencias y sistemas	Computación	X		X		4	1	0	4		
Diseño experimental y metodología de la investigación	Trabajo Profesional de Ingeniería Química I	X			X	11	3	0	30		
	Trabajo Profesional de Ingeniería Química II	X			X	12					
	Tesis de Ingeniería Química	X			X	11 y 12					
Bioingeniería	Microbiología Industrial	X		X		9	2	0	12		
	Bioingeniería	X		X		11					
Tecnología en petroquímica	Recuperación Asistida de Petróleo	X			X	11	0	2	12		
	Explotación de Yacimiento	X			X	12					
Tecnología en alimentos	Industria Alimenticia	X			X	11	0	1	4		

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LIX. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Química General I	X		X		1			23
			Química General II	X		X		2			
			Laboratorio de Química General I		X	X		1			
			Laboratorio de Química General II		X	X		2			
			Química Analítica Cuantitativa I	X		X		3	10	0	
			Laboratorio de Química Analítica Cuantitativa I		X	X		3			
			Química Orgánica General I	X		X		5			
			Laboratorio de Química Orgánica General I		X	X		5			
			Química Orgánica General II	X		X		5			
	Laboratorio de Química Orgánica General II		X	X		5					
	Matemática	Matemática	Cálculo I	X		X		1			18
			Cálculo II	X		X		2			
Cálculo III			X		X		3	5	0		
Álgebra Lineal			X		X		3				
Estadística	Estadística	Ecuaciones Diferenciales	X		X		4			4	
		Probabilidades e inferencias estadísticas	X		X		5	1	0		
Ciencias física	Física	Física General I	X		X		2			12	
		Laboratorio de Física General I		X	X		2				
		Física General II	X		X		3	6	0		
		Laboratorio de Física General II		X	X		3				
		Física General III	X		X		4				
Laboratorio de Física General III		X	X		4						
Ciencias Sociales	Sociología	Sociología	Humanidades I	X		X		1			16
			Humanidades II	X		X		2	4	0	
			Seminario de Realidad Nacional I	X		X		7			
			Seminario de Realidad Nacional II	X		X		8			
Humanidades	Arte	Arte	Curso de Arte	X		X		1	2	0	5
	Deporte	Deporte	Repertorio	X		X		1			
			Actividad deportiva	X		X		2	1	0	
Lengua y Literatura	Lengua y Literatura	Estrategia de Lectura en Inglés I	X		X		1	1	0	4	
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		5	2	0	6
			Termodinámica II	X		X		6			
		Fisicoquímica	Físico Química Para Ingeniería Química	X		X		4	1	0	
	Operaciones Unitarias	Físico	Separación de transferencia de fluidos y energía	X		X		7			16
			Laboratorio de operaciones de transferencia		X	X		7			
			Operaciones Por Separación de Fases	X		X		8	6	0	
Laboratorio de Operaciones Por Separación de Fases				X	X		8				
Operaciones de separación por métodos	X		X		9						
Laboratorio de Operación por Métodos		X	X		9						

Continuación de la tabla LIX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ingeniería y Tecnología	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de transferencia	X		X		6	1	0	4	
		Química	Cinética y Reacción Química	X		X		8	1	0	3	
	Ingeniería de procesos		Análisis Gráfico Para Ingenieros Químicos		X		X		3			34
			Análisis de Proceso I		X		X		4			
			Análisis de Proceso II		X		X		5			
			Control e Instrumentación de Procesos		X		X		9			
			Diseño de procesos químicos		X		X		10			
			Procesos y operaciones integradas		X		X		10	6	5	
			Ingeniería de procesos		X			X	8 ó 9			
			Diseño estadístico y experimentos		X			X	8 ó 9			
			Control de la calidad I		X			X	8 ó 9			
			Control de la calidad II		X			X	8 ó 9			
			Control Automático		X			X	8 ó 9			
	Bioingeniería		Bioingeniería I		X			X	9 ó 10	0	2	6
			Bioingeniería II		X			X	9 ó 10			
	Seguridad e Higiene		Seguridad e Higiene Industrial I		X			X	9 ó 10	0	2	6
			Seguridad e Higiene Industrial II		X			X	9 ó 10			
	Tecnología Metalurgia		Metalurgia Extractiva I		X			X	9 ó 10	0	2	6
			Metalurgia Extractiva II		X			X	9 ó 10			
	Tecnología Alimentos		Ingeniería de Procesos Alimenticia		X			X	8			9
			Diseño de Procesos Térmicos en la Industria Alimenticia		X			X	9	0	3	
			Diseño de Procesos y Equipo en Alimentos		X			X	9			
	Tecnología Ambiental		Gestión Industrial de Desechos Sólidos		X			X	9 ó 10	0	4	12
			Impacto ambiental		X			X	9 ó 10			
			Tratamiento de desechos		X			X	9 ó 10			
			Contaminantes Industriales del Aire		X			X	9 ó 10			
	Tecnología Polímeros		Tecnología de Polímeros		X			X	9 ó 10	0	1	3
Tecnología Textil		Ingeniería Textil		X			X	9 ó 10	0	1	3	
Tecnología Azúcar		Ingeniería Azucarera I		X			X	9 ó 10	0	2	6	
		Ingeniería Azucarera II		X			X	9 ó 10				
Tecnología Petroquímica		Introducción a los Fluidos de Perforación		X			X	9 ó 10	0	2	6	
		Ingeniería Petrolera		X			X	9 ó 10				
Ingeniería de Proyectos		Métodos y Sistemas de Investigación		X			X	9 ó 10	0	3	9	
		Métodos Cuantitativos Para la Toma de Decisiones I		X			X					
		Métodos Cuantitativos para La Toma de Decisiones II		X			X					

Continuación de la tabla LIX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y tecnología	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería de la Producción	Procesos y Operaciones Integrados Control de Producción	X X		X X		10 8	2	0	6
		Administración	Principios de administración industrial	X		X		10	1	0	3
		Ing. Ciencias y sistemas	Principios de informáticas	X		X		4	1	0	4
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Evaluación de Proyectos	X		X		9	10	0	5
			Seminario Para Proyecto de Graduación	X		X		9			
			Investigación Dirigida I	X		X		10			
			Proyecto de Graduación I	X		X		10			
			Investigación Dirigida II	X		X		11			
			Práctica Dirigida III	X		X		11			
			Proyecto de Graduación II	X		X		11			
			Investigación Dirigida III	X		X		12			
		Tecnología Materiales	Cerámica Industrial	X			X	9	1	1	6
			Ingeniería de los materiales	X		X		7			
		Tecnología Electroquímica	Electrotecnia	X		X		6	1	1	6
			Corrosión	X			X	9			
Otros	Mecánica I	X		X		5	2	1	10		
	Medición y tratamiento de datos experimentales	X		X		6					
	Instalaciones Frigoríficas	X			X	9					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LX. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Química General I	X		X		2			28
			Química General II	X		X		3			
			Química Orgánica I	X		X		4			
			Química Inorgánica	X		X		5	7	0	
			Química Industrial	X		X		7			
			Química Analítica	X		X		6			
			Análisis Instrumental	X		X		7			
	Matemática	Matemática	Matemática I	X		X		1			16
			Matemática II	X		X		2			
			Matemática III	X		X		3	4	0	
Matemática IV			X		X		4				
Estadística	Estadística	Probabilidad y Estadística	X		X		3	1	0	4	
Ciencias física	Física	Física I	X		X		2			16	
		Física II	X		X		3	4	0		
		Física III	X		X		4				
		Sistema Electromecánico	X		X		5				
Ciencias sociales	Psicología	Psicología	Psicología Social	X		X		1			12
			Psicología del trabajo	X		X		10			
	Historia	Historia	Historia Social y Económica de El Salvador y Centroamérica	X		X		2			
	Economía	Economía	Fundamentos de Economía	X		X		3	1	0	4
Ingeniería y tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica Química I	X		X		6			12
			Principios electroquímicos y corrosión	X		X		6	3	0	
			Termodinámica Química II	X		X		7			
	Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		4	2	0	8	
		Fisicoquímica II	X		X		5				
	Operaciones Unitarias	Química	Ingeniería de Las Reacciones Químicas	X		X		8	1	0	4
		Físico	Balance de materia y energía	X		X		5			20
Operaciones unitarias I, II y III			X		X		6,7 Y 8	5	0		
		Procesos de separación y de manejo de sólidos	X		X		8				

Continuación de la tabla LX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de Procesos	Diseño de Plantas Química Residuales	X		X		9			
			Simulación y Automatización de Procesos	X			X	9	3	2	16
			Operaciones de Plantas Industriales	X		X		7			
			Ingeniería Económica	X		X		5			
			Control y Automatización de procesos	X			X	8	0	2	7
		Tecnología Ambiental	Control y Automatización de procesos químicos	X			X	8			
			Aprovechamiento Industrial de Recursos	X		X		10			
			Acondicionamiento de Agua Para Uso Industrial	X			X	9 ó 10	1	3	13
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Procesos de Contaminación Ambiental más Limpia	X			X	9 ó 10			
			Trabajo de Grado	X		X		11 y 12	1	0	0
			Ingeniería Textil	X			X	10	0	1	3
		Administración	Administración de empresas	X			X	10			
			Introducción a la administración de empresa	X			X	10	0	3	11
			Introducción a la administración industrial	X			X	10			
		Ingeniería ciencias y sistemas	Comunicación espacial gráfica I	X		X		1	3	0	11
			Introducción a la informática	X		X		1			
		Otros	Programación I	X		X		2			
			Métodos experimentales	X		X		1	1	0	4
		Gestión de la innovación y tecnología	Investigación de operaciones I	X		X		6			
			Ingeniería geotérmica	X			X	10	1	3	15
Fuente alterna de energía	X				X	9					
Fuentes renovables de energía con énfasis en bioenergía	X				X	9					
Ing. Más Limpia	Metodología y herramientas de producción más limpia	X			X	9	0	2	8		
	Producción más limpia aplicada a la industria salinera	X			X	9					
Gestión de la calidad	Gestión y control de la calidad	X			X	9					
	Ingeniería de la calidad	X			X	10	0	3	10		
	Aseguramiento y Control Para la Calidad	X			X	10					
Envase, empaque y	Envase, empaque y embalaje	X			X	9	0	1	3		
	Microbiología general	X			X	10	0	2	7		
Bioteología	Microbiología industrial	X			X	10					
	Tecnología de pinturas	X			X	9	1	2	10		
Tecnología de materiales	Tecnología de los materiales	X		X		8					
	Tecnología de los materiales metálicos	X			X	9					
Legislación	Legislación profesional	X			X	10	1	0	4		

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXI. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad del Valle de Guatemala**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Química I	X		X		1	7	0	27	
			Química II	X		X		2				
			Química Orgánica I	X		X		3				
			Química Analítica	X		X		3				
			Análisis Instrumental	X		X		4				
			Taller de Introducción a la Ingeniería Química	X		X		3				
			Química Orgánica II	X		X		4				
	Matemática	Matemática	Modelos Matemáticos I	X		X		1	6	0	24	
			Cálculo I	X		X		2				
			Cálculo II	X		X		3				
			Álgebra Lineal I	X		X		4				
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		5				
			Métodos Numéricos	X		X		6				
	Estadística	Estadística	Modelo Estadístico	X		X		2	1	0	4	
	Ciencias física	Física	Física I	X		X		2	3	0	12	
Física II			X		X		3					
Introducción a la ingeniería eléctrica			X		X		3					
Ciencias sociales	Sociología	Sociología	Introducción a Las Ciencias Sociales	X		X		1	6	0	21	
			Curso selectivos	X		X		4				
			Taller de legislación guatemalteca	X		X		6				
			Taller de Ética y Comportamiento Profesional	X		X		5				
	Filosofía	Filosofía	Filosofía	X		X		3				
Historia	Historia	Historia De Guatemala Contemporánea	X		X		4					
Humanidades	Lengua y literatura	Lengua y literatura	Composición y expresión oral	X		X		2	1	0	3	
	Arte	Arte	Dibujo CAD	X		X		5	2	0	1	
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica Química I	X		X		7	2	0	8	
			Termodinámica Química II	X		X		8				
	Operaciones Unitarias	Físico	Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		5	1	0	4
			Balance de Materia y Energía	X		X		5	8	0	32	
			Flujo de Fluidos	X		X		6				
			Transferencia de Calor en Ing. Química	X		X		7				
			Manejo de sólidos	X		X		7				
			Transferencia de Masa I	X		X		8				
			Transferencia de Masa II	X		X		9				
			Laboratorio de Operaciones Unitarias I			X	X	9				
Laboratorio de Operaciones Unitarias II			X	X	10							

Continuación de la tabla LXI.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y tecnología	Ingeniería y tecnología	Ingeniería de procesos	Control e Instrumentación de Procesos	X		X		9	6	0	24
			Ingeniería de Plantas Químicas	X		X		9			
			Procesos Químicos Industriales	X		X		10			
			Economía de Procesos	X		X		10			
			Diseño de Plantas Químicas	X		X		10			
			Diseño de Reactores	X		X		10			
		Administración	Administración	X		X		8	5	0	13
			Ingeniería financiera	X		X		7			
			Taller de Megaproyecto I	X		X		7			
			Taller de Megaproyecto II	X		X		8			
			Taller de Megaproyecto III	X		X		9			
		Bioingeniería	Proceso Industrial Biológicos	X		X		7	4	0	16
			Bioingeniería	X		X		9			
			Microbiología industrial	X		X		6			
			Introducción a Las Ciencias de La Vida	X		X		1			
		Tecnología Ambiental	Ciencia Ambientales	X		X		6	2	0	8
			Energía Renovables	X		X		6			
		Producción Más Limpia	Ingeniería de la Producción más Limpia	X		X		8	1	0	4
		Innovación y Tecnología	Taller de Emprendimiento en Negocios	X		X		4	1	0	3
		Ing. Ciencias y sistemas	Algoritmo y programación básica	X		X		1	1	0	4
		Ing. De la producción	Ingeniería de la producción química	X		X		8	1	0	4
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Taller a la introducción a las técnicas de	X		X		1	6	0	16
			Taller de Investigación en Procesos Químicos					3			
			Taller de investigación para ingenieros químicos I	X		X		7			
Taller de investigación para ingenieros químicos II	X			X		8					
Taller de Trabajo de Graduación	X			X		10					
Taller de Práctica Profesional	X			X		9					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de Asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de Cursos		Total de Créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Introducción a La Ingeniería Química	X		X		1	5	3	31	
			Química I	X		X		1				
			Química II	X		X		2				
			Química III	X		X		3				
			Estequiometría	X		X		3				
			Química Orgánica	X			X	4				
			Química Orgánica Industria	X			X	5				
				Biología General	X			X	5	6	0	24
	Matemática	Matemática	Cálculo I	X		X		1				
			Álgebra lineal I	X		X		1				
			Cálculo II	X		X		2				
			Geometría descriptiva	X		X		2				
			Cálculo III	X		X		3				
			Ecuaciones diferenciales	X		X		4				
	Estadística	Estadística	Estadística Aplicada	X			X	6	0	1	4	
Ciencias física	Física	Física I	X		X		2	3	0	12		
		Física II	X		X		3					
		Física III	X		X		4					
Ciencias Sociales y Humanidades	Sociología y Filosofía	Ética Ciudadana	X		X		8	2	0	3		
		Vida y cultura universitaria	X		X		1					
	Lengua y literatura	Inglés I	X		X		3	3	0	11		
		Inglés II	X		X		4					
		Taller de lenguaje	X		X		1					
Deportes		Cultura física y deportiva	X		X		1	1	0	1		
Ingeniería y tecnología	Fisicoquímica	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		4	2	0	8	
			Termodinámica II	X		X		6				
		Fisicoquímica	Fisicoquímica	X		X		4	1	1	8	
			Proceso Electroquímicos	X			X	5				
	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte I	X		X		5	2	0	8	
			Fenómeno de Transporte II	X		X		6				
		Física	Manejo de Sólido y Líquido	X		X		8	3	0	12	
			Operaciones Unitarias I	X		X		7				
			Operaciones Unitarias II	X		X		8				
			Química	Ingeniería de Reacciones Heterogénea	X			X				8

Continuación de la tabla LXII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Análisis de Variables de Procesos	X		X		6	7	2	35
			Ingeniería Económica	X		X		7			
			Control de Procesos Químicos	X		X		7			
			Diseño de reactores	X		X		7			
			Síntesis y Análisis de Procesos	X		X		8			
			Análisis de Procesos	X		X		9			
			Laboratorio de Procesos		X	X		9			
			Optimización	X			X	6			
			Simulación de Procesos Químicos	X			X	8			
		Tecnología en metalurgia	Metalurgia Extractiva I	X			X	8	0	5	12
			Laboratorio de Metalurgia extractiva I		X		X	8			
			Metalurgia química				X	8			
			Laboratorio de metalurgia química		X		X	8			
			Laboratorio de Metalurgia Extractiva II		X		X	8			
		Tecnología en petroquímica	Destilación de Multicomponente	X			X	9		3	9
			Refinación	X			X	9			
			Procesos Petroquímica	X			X	9			
		Tecnología en carboquímica	Tecnología del Carbón	X			X	8	0	1	3
		Tecnología en bioprocesos	Microbiología industrial	X		X		5	3	3	22
			Bioprocesos	X		X		8			
			Bioquímica	X			X	9			
			Laboratorio de bioquímica		X		X	9			
			Ecología industrial	X		X		7			
			Procesos biotecnológicos	X			X	9			
		Otros	Servicios Industriales	X			X	9	0	3	10
			Top. Espec. Ing. Qca. III Servicio industriales	X			X	9			
Química agrícola	X				X	8					
Tecnología corrosión	Corrosión y Control	X			X	8	0	1	3		
Nanotecnología	Nanotecnología	X		X		5	1	0	4		
Tecnología Alimentos	Ingeniería de Producción en la Industria de Alimentos	X			X	8	0	1	2		
Ingeniería de Métodos e Investigación de Operaciones	Métodos de Ingeniería Química I	X		X		5	2	2	14		
	Métodos de Ingeniería Química II	X		X		6					
	Investigación de Operaciones	X			X	9					
	Técnicas de experimentación para ingenieros	X			X	8					

Continuación de la tabla LXII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Administración	Administración General Para Ingenieros Químicos	X			X	8	2	2	13
			Control de Calidad	X			X	8			
			Dirección Empresarial	X		X		8			
			Creación de Empresas	X		X		9			
		Tecnología en ambiental	Gestión Ambiental a la Industria de procesos Químicos	X			X	7	0	1	4
		Tecnología Materiales	Estructura y Propiedades de los Materiales	X		X		6	1	1	7
			Introducción a Los Asfaltos	X			X	8			
		Tecnología catálisis	Ingeniería Química II Catálisis	X			X	8	0	2	7
			Catálisis	X			X	9			
		Tecnología mineralogía	Cristalografía y Mineralogía	X			X	8	0	1	4
		Tecnología polímeros	Introducción a los Polímeros	X			X	8	0	1	4
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Trabajo de Grado I	X		X		9	2	1	14
			Trabajo de Grado II	X		X		10			
			Top. Espc. Ing.Qca.Diseño experimental	X			X	7			
		Ingeniería Ciencia y Sistemas	Ingeniería Computacional	X		X		5	2	1	12
Bases Informática	X			X		2					
Bases informática para ingenieros químicos	X				X	8					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXIII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Mayor de San Francisco Xavier**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencia Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química General	X		X		1	6	0	24
			Química Inorgánica I	X		X		2			
			Química Orgánica I	X		X		2			
			Química Orgánica II	X		X		3			
			Química Analítica Cualitativa	X		X		4			
			Química Analítica Cuantitativa	X		X		5			
	Matemática	Matemática	Cálculo I	X		X		1	6	0	24
			Cálculo II	X		X		2			
			Álgebra I	X		X		1			
			Álgebra II	X		X		2			
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		3			
			Métodos Numéricos	X		X		4			
	Estadística	Estadística	Probabilidad y Estadística	X		X		5	1	0	3
	Ciencias física	Física	Física Básica I	X		X		1	3	0	15
			Física Básica II	X		X		2			
Física Básica III			X		X		3				
Humanidades	Lengua y Literatura	Lengua y Literatura	Inglés Técnico I	X		X		5	2	0	4
			Inglés Técnico II	X		X		6			
Ciencias Sociales	Economía	Economía	Economía Aplicada	X		X		7	1	0	3
Ingeniería y tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		4	1	0	4
		Fisicoquímica	Físico Químico	X		X		3	1	0	5
	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte I	X		X		4	1	0	4
			Físicas	Operaciones Unitarias I	X		X		6	4	0
		Operaciones Unitarias II		X		X		7			
		Operaciones Unitarias III		X		X		8			
		Operaciones Unitarias IV						8			
		Químicas	Ingeniería de Reacciones Químico I	X		X		5	2	0	9
	Ingeniería de Reacciones Químico II		X		X		6				
	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería de procesos	Instrumentación de Procesos	X		X		7	6	0	24
			Preparación y Evaluación de Proyectos	X		X		8			
			Control Automático Procesos	X		X		8			
Diseño de reactores químicos I			X		X		7				
Diseño de reactores químicos II			X		X		8				
Diseño de Plantas químicas			X		X		9				

Continuación de la tabla LXIII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ing. ciencias y sistemas	Dibujo técnico I	X		X		1			
			Informática	X		X		3			
		Tecnología de Petroquímica	Ingeniería Gas Natural I	X		X		6			
			Ingeniería Gas Natural II	X		X		7		3	0
			Refinación del Petróleo	X		X		9			
		Tecnología electroquímica	Electrotecnia General Corrosión	X		X		5		1	0
		Biotecnología	Microbiología General	X		X		5		1	0
		Tecnología ambiental	Recursos naturales	X		X		7		1	0
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Proyecto de Grado I	X		X		9			
			Proyecto de Grado II	X		X		10			
			Práctica Industrial							3	0
		Tecnología Alimentos	Química de Los Alimentos	X		X		4			
Procesos Industriales de Alimentos	X			X		6		2	0		
Seguridad e Higiene	Ingeniería de Seguridad	X		X		9		1	0		

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXIV. Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de México

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química General I	X		X		1	7	0	60	
			Química General II	X		X		2				
			Estructura de la Materia	X		X		2				
			Química Inorgánica	X		X		3				
			Química Orgánica I	X		X		3				
			Química Orgánica II	X		X		4				
			Química Analítica	X		X		4				
	Matemática	Matemática	Álgebra Superior	X		X		1	5	3	56	
			Cálculo I	X		X		1				
			Cálculo II	X		X		2				
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		3				
			Métodos Numéricos	X		X		4				
			Matemática Aplicadas I	X			X	6				
Matemática Aplicada II			X			X	8					
Matemática Aplicada III	X			X	9							
Estadística	Estadística	Estadística	X		X		4	1	0	8		
Ciencias físicas	Física	Física I	X		X		1	3	0	20		
		Física II	X		X		2					
		Laboratorio de Física		X	X		3					
Ciencias Sociales	Sociología	Sociología	Ciencia y sociedad	X		X		1	1	6	42	
			Comunicación Científica	X			X	9				
			Región socioeconómico	X			X	7, 8 ó 9				
			Filosofía de La Ciencia	X			X	6, 7 ó 8				
	Psicología	Psicología	Pensamiento de Aprendizaje	X			X	9				
			Psicología del Trabajo Humano	X			X	9				
			Relaciones humanas	X			X	7, 8 ó 9				
	Economía	Economía	Economía y Administración I	X			X	7				
			Economía y administración II	X			X	8				
			Economía y sociedad	X		X		5				
Humanidades	Arte	Arte	Ciencia y Arte I	X			X	5, 6, 8 y 9	0	2	12	
			Ciencia y Arte II	X			X					
Ingeniería y tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica	X		X		2	4	0	25	
			Termodinámica Química	X		X		4				
		Físicoquímica	Equilibrio y Cinética	X		X		3				
			Cinética Química y Catálisis	X		X		5				
			Laboratorio Unificado de Físicoquímica		X	X		6				
			Electroquímica	X		X		5				
	Operaciones Unitarias	Física	Fenómeno de transporte	Fenómeno de Superficie	X		X		5	11	0	64
			Transferencia de Momentum	X		X		4				
			Balance de materia y energía	X		X		3				
			Ingeniería de Fluidos	X		X		5				
			Laboratorio de Ingeniería Química I		X	X		5				
			Transferencia de Energía	X		X		5				
			Ingeniería de Calor	X		X		6				
			Laboratorio de Ingeniería Química II	X		X		6				
			Transferencia de Masa	X		X		6				
			Laboratorio de Ingeniería Química III		X	X		7				
			Laboratorio de Ingeniería Química IV		X	X		8				
			Procesos de Separación	X		X		7				
			Química	Ingeniería de Reactores I	X		X		6			
Ingeniería de Reactores II	X			X		7						

Continuación de la tabla LXIV.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de Procesos	Ingeniería Económica I	X		X		6	4	1	35
			Ingeniería Económica II	X		X		7			
			Dinámica y Control de Procesos	X		X		8			
			Diseño de equipo	X			X	6 ó 7			
			Diseño de Procesos	X		X		8			
		Tecnología ambiental	Ingeniería Ambiental	X		X		7	1	3	24
			Protección ambiental I	X			X	8 ó 9			
			Protección ambiental II	X			X	8 ó 9			
		Ingeniería de Proyecto	Administración del riesgo	X			X	7	1	2	19
			Ingeniería de proyectos	X		X		9			
			Administración de proyectos	X			X	7			
		Tecnología Polímeros	Introducción a la Ciencia de Polímeros	X			X	8 ó 9	0	5	24
			Laboratorio de Polímeros I		X		X	8 ó 9			
			Laboratorio de Polímeros II		X		X	8 ó 9			
			Modelo y Simulación de Procesos	X			X	8 ó 9			
		Tecnología Catálisis	Reología y Procesamiento de Polímeros	X			X	8 ó 9	0	3	15
			Catálisis I	X			X	8 ó 9			
		Biotecnología	Catálisis II	X			X	8 ó 9	0	6	40
			Laboratorio de Catálisis		X		X	8 ó 9			
			Biotecnología	X			X	7			
			Tecnología Enzimática	X			X	7			
			Bioquímica General	X			X	8			
			Ingeniería Bioquímica	X			X	8			
		Administración	Laboratorio de Microbiología		X		X	9	0	2	12
			Microbiología General	X			X	9			
		Legislación	Teoría de la Organización	X			X	6	0	1	6
			Fundamentos de Administración	X			X	7			
		Ing. Ciencia y sistemas	Fundamentos de Derecho	X			X	1	0	2	12
			Ingeniería de sistemas I	X			X	6 ó 8			
		Otros	Ingeniería de sistemas II	X			X	6 ó 8	1	0	6
Taller de problemas	X			X		8					
Diseño experimental y metodología de la investigación											
Diseño experimental y metodología de la investigación	Estancia académica	X		X		9	2	0	48		
	Estancia profesional	X		X		9					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXV. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencia Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Laboratorio Técnica Básicas en Química.		X	X		1	9	0	26
			Principios de Química	X		X		1			
			Principios de Análisis Químicos	X		X		2			
			Laboratorio de Principios de Análisis Químico		X	X		3			
			Principios de Química Orgánica	X		X		6			
			Principios de Química Inorgánica	X		X		4			
			Laboratorio Principios de Química Orgánica		X	X		6			
			Biología Molecular y Celular	X		X		3			
	Introducción a la Ingeniería Química	X		X		1					
	Matemática	Matemática	Cálculo Diferencial	X		X		1	6	0	23
			Cálculo Integral	X		X		2			
			Cálculo en Varias Variables	X		X		3			
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		4			
			Álgebra Lineal	X		X		2			
			Métodos Numéricos	X		X		5			
	Estadística	Estadística	Probabilidad y Estadística	X		X		5	1	0	3
	Ciencias física	Física	Fundamentos de Mecánica	X		X		2	2	0	8
Fundamentos de Electricidad y Magnetismo			X		X		3				
Ciencias sociales	Economía	Economía	Finanzas	X			X	7	0	4	13
			Sistemas de costos	X			X	7			
			Economía General	X			X	7			
			Fundamentos de Contabilidad Financiera	X			X	7			
Humanidades	Lengua y Literatura	Enseñanza de idiomas	Inglés I	X			X	4	0	5	15
			Inglés II	X			X	5			
			Inglés III	X			X	6			
			Inglés IV	X			X	7			
			Comunicación oral y escrita	X			X	1			
	Arte	Arte	Dibujo básico	X			X	1	0	2	7
			Lectura y escritura	X			X	2			
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica	X			X	3	5	3	22
			Termodinámica Química	X			X	4			
			Taller 1	X			X	4			
			Balance de Energía y Equilibrio Químico	X			X	5			
			Termodinámica Molecular	X			X	6			
			Termodinámica de Ciclos	X			X	6			
			Termodinámica Avanzada	X			X	6			
			Laboratorio de Propiedades termodinámicos y de transporte		X	X		6			

Continuación de la tabla LXV.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ingeniería y tecnología	Operaciones unitarias	Físicas	Balance de Materia	X		X		2	9	0	26	
			Fluidos	X		X		4				
			Manejo de Sólidos	X		X		5				
			Transferencia de Calor	X		X		5				
			Transferencia de Masa	X		X		6				
			Taller 2	X		X		6				
			Operación de Separación	X		X		7				
			Laboratorio de Fluidos, Sólidos y Transferencia de Calor		X	X		7				
			Laboratorio de operaciones de separación, reacción y control		X	X		8				
	Químicas	Ingeniería de las reacciones químicas	X		X		7	1	0	3		
	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería de procesos	Ingeniería económica	X		X		4	5	2	24	
			Control de procesos	X		X		7				
			Diseños de proceso químicos y bioquímicos	X		X		8				
			Modelación y simulación de procesos químicos									
			Modelación y simulación de procesos bioquímicos	X		X		8				
			Ingeniería de procesos	X		X		9				
		Tecnología de catálisis	Proceso Catalítico Orgánico	X		X		8, 9 ó 10	0	2	7	
			Principios Catálisis Heterogéneo	X		X		8, 9 ó 10				
		Administración	Gerencia y Gestión de Proyecto	X		X		6	1	6	23	
			Mercado Internacional	X		X		7				
			Mercados I	X		X		7				
			Derecho laboral	X		X		7				
			Diseño de gestión y eval. De proyectos	X		X		7				
			Administración de mercados	X		X		7				
		Tecnología de materiales	Teoría de Decisión	X		X		7	0	4	12	
			Introducción a la ciencia de materiales	X		X		8				
			Introducción a la ingeniería de materiales	X		X		8				
			Nuevos Tópicos de Ingeniería Química	X		X		8				
		Ingeniería aplicada y diseño	Tecnología de polímeros	Materiales	X		X		8	0	3	10
				Introducción a los materiales poliméricos	X		X		8			
	Proceso de polimerización			X		X		8, 9 ó 10				
	Ingeniería ciencias y sistemas		Transformación de polímeros	X		X		8, 9 ó 10	0	1	3	
Programación de computadores			X		X		1					
Seguridad e higiene industrial	Seguridad industrial		X		X		7	0	1	3		
	Introducción a la ingeniería bioquímica		X		X		8, 9 ó 10					
Biotecnología	Operaciones de control y purificación de bioprocesos		X		X		8, 9 ó 10	0	3	9		
	Microbiología y bioquímica de bioprocesos		X		X		8, 9 ó 10					
	Taller de Proyecto Interdisciplinario		X		X		9					
Diseño experimental y metodología de la investigación	Práctica estudiantil I	X		X		10	2	3	27			
	Práctica estudiantil II	X		X		10						
	Práctica estudiantil III	X		X		10						
	Trabajo de Grado	X		X		10						

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXVI. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química General I	X		X		1	8	0	31
			Introducción a Ingeniería Química	X		X		1			
			Química General II	X		X		2			
			Química Orgánica I	X		X		5			
			Química Inorgánica	X		X		3			
			Química Orgánica II	X		X		6			
			Química Analítica	X		X		4			
			Análisis Instrumental	X		X		7			
	Matemática	Matemática	Matemática I	X		X		1	5	0	20
			Matemática II	X		X		2			
			Matemática III	X		X		3			
			Matemática IV	X		X		4			
Análisis Numérico			X		X		4				
Estadística	Estadística	Estadística I	X		X		5	2	0	8	
		Estadística II	X		X		6				
Ciencias física	Física	Física I	X		X		3	3	0	12	
		Física II	X		X		4				
		Física III	X		X		5				
Ciencias Sociales	Derecho	Derecho	Cultura de Paz y Derecho Humano	X		X		1	5	0	16
	Filosofía	Filosofía	Filosofía	X		X		4			
	Sociología	Sociología	Sociología y Ética	X		X		2			
			Redacción Técnica	X		X		2			
Historia	Historia	Historia de Centroamérica y Nicaragua	X		X		3				
Humanidades	Arte	Arte	Dibujo y Geometría Descriptiva I	X			X	1	0	2	8
			Dibujo y Geometría Descriptiva II	X			X	2			
	Lengua y Literatura	Lengua y Literatura	Idioma Extranjera I	X		X		1	2	0	6
			Idioma Extranjera II	X		X		2			
Economía	Economía	Economía	X		X		10	1	0	4	
Ingeniería y tecnología	Físico Química	Termodinámica	Termodinámica Química I	X		X		4	1	0	5
		Físicoquímica	Físicoquímica I	X		X		5	2	0	8
			Físicoquímica II	X		X		6			
	Operaciones Unitarias	Físicas	Balances Materia y Energía	X		X		5	3	0	15
			Transferencia de Masa	X		X		8			
Transferencia de Calor			X		X		7				

Continuación de la tabla LXVI.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte	X		X		5	1	0	5
			Procesos Industriales	X		X		7			
	Ingeniería de Procesos	Ingeniería Económica	X		X		8	6	0	29	
		Diseño de Reactores	X		X		8				
		Diseño de Equipo	X		X		9				
		Diseño de Plantas	X		X		10				
		Control de Procesos	X		X		9				
	Otros	Mecánica de Fluidos	X		X		6	3	0	15	
		Mecánica General Para Ingeniería Química	X		X		6				
		Operaciones Mecánicas	X		X		7				
	Tecnología Ambiental	Tecnología y Medio Ambiente	X		X		8	3	2	13	
		Fundamento de Ingeniería Ambiental I	X		X		9				
		Fundamento de Ingeniería Ambiental II	X		X		10				
	Tecnología Alimentos	Fundamentos de Ingeniería de Los Alimentos	X		X		9	0	2	10	
		Procesos Tecnológicos de La Industria Alimenticia	X		X		10				
	Diseño experimental y metodología de la investigación	Seminario de culminación	X		X		10	3	0	20	
		Metodología de la investigación	X		X		8				
		Conclusión de estudios	X		X		10				
	Ingeniería ciencias y	Introducción a la computadora	X		X		3	1	0	5	
Bioprocesos	Fundamentos de los procesos biológicos	X		X		8	1	0	5		
Administración	Gerencia de recursos humanos	X		X		7	2	0	9		
	Control de calidad	X		X		9					

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXVII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de La Plata**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Introducción a La Ingeniería Química	X		X		1	6	0	
			Química General	X		X		1			
			Química Inorgánica	X		X		2			
			Química orgánica I	X		X		3			
			Química analítica general e instrumental	X		X		4			
			Química orgánica II	X		X		4			
	Matemática	Matemática	Matemática A	X		X		1	4	0	
			Matemática B	X		X		2			
			Matemática C	X		X		3			
			Matemática D1	X		X		4			
	Estadística	Estadística	Probabilidad	X		X		3	2	0	
			Estadística	X		X		4			
Ciencias física	Física	Física I	X		X		2	3	0		
		Física II	X		X		3				
		Física III	X		X		4				
Ciencias Sociales y Humanidades	Sociología y Filosofía	Sociología	Humanística A	X			X	6	0	6	
			Humanística B	X			X	6			
			Análisis sobre La Sociedad Argentina	X			X	6			
			Estado y Política Pública	X			X	6			
			Talleres de Herramientas	X			X	6			
			Ingeniería, comunidad y Educación	X			X	6			
	Filosofía	Teoría de Conocimiento	X			X	6	0	4		
		Lógica I	X			X	6				
		Filosofía de la Tecnología	X			X	6				
		Filosofía de la Ciencia	X			X	6				
Lengua y Literatura	Lengua y Literatura	Idioma Inglés	X		X		5	1	0		
Ingeniería y tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica de Ingeniería Química I	X		X		5	2	0	
			Termodinámica de Ingeniería Química II	X		X		6			
		Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		5	3	1	
			Fisicoquímica II	X		X		6			
			Electroquímica	X		X		7			
	Ingeniería de los Procesos Electroquímicos	X			X	10					
	Operaciones Unitarias	Física	Transferencia de Cantidad de Movimiento	X		X		5	6	0	
			Transferencia de energía y calor	X		X		6			
			Tecnología del calor	X		X		7			
			Ingeniería de la operaciones físicas I	X		X		7			
			Ingeniería de la operaciones físicas II		X	X		8			
			Laboratorio de ingeniería química		X	X		8			
Química		Ingeniería de Reacciones Químicas I	X		X		7	2	0		
		Ingeniería de Reacciones Químicas II	X		X		8				

Continuación de la tabla LXVII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Simulación de Procesos I	X		X		5	5	3	
			Simulación de Procesos II	X		X		6			
			Industria Química	X		X		9			
			Control de Procesos I	X		X		9			
			Diseño Óptimo I	X		X		9			
			Control de procesos II	X			X	10			
			Ingeniería de reactores heterogéneo	X			X	10			
			Diseño Óptimo II	X			X	10			
			Bioingeniería	Ingeniería Bioquímica I	X		X				
		Ingeniería Bioquímica II		X			X	10			
		Tecnología ambiental	Fundamentos de ingeniería ambiental	X		X		9	1	4	
			Ingeniería ambiental	X			X	10			
			Contaminantes del aire y tratamiento de efluentes gaseosos	X			X	10			
			Contaminantes de agua y tratamientos de efluentes líquidos	X			X	10			
			Gestión integral de residuo	X			X	10			
		Tecnología materiales	Materiales y Equipos Para Procesos Químicos	X		X		9	1	0	
		Administración	Gestión de Empresas	X		X		8	1	0	
		Tecnología Alimentos	Microbiología y Toxicología de Alimentos	X			X	10	0	3	
			Procesamiento de Alimentos	X			X	10			
			Operaciones en Ingeniería de Alimentos	X			X	10			
		Catálisis	Fundamentos de los procesos catalíticos	X			X	10	0	1	
		Higiene y Seguridad	Higiene y Seguridad de Trabajo	X		X		9	1	0	
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Proyecto	X		X		9 y 10	2	0	
			Práctica Profesional		X	X		9 y 10			
		Otros	Ingeniería Legal	X		X		6	1	0	

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXVIII. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos			
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op				
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias química	Química	Química General I	X		X		1	8	0	34			
			Química General II	X		X		2						
			Química Inorgánica	X		X		3						
			Química Orgánica I	X		X		3						
			Química Orgánica II	X		X		4						
			Química Analítica Cualitativa	X		X		4						
			Análisis para instrumentación	X		X		6						
	Química Analítica Cuantitativa	X		X		5								
	Matemática	Matemática	Matemática Básica I	X		X		1	6	0	24			
			Matemática I	X		X		1						
			Matemática II	X		X		2						
			Matemática III	X		X		2						
			Matemática IV	X		X		3						
Método Numérico	X		X		4									
Estadística	Estadística	Estadística	X		X		3	1	0	3				
Ciencias física	Física	Física I	X		X		2	3	0	12				
		Física II	X		X		3							
		Física III	X		X		4							
Ciencias sociales	Psicología	Psicología	Psicología Industrial	X		X		3	3	0	9			
	Sociología	Sociología	Metódica de La Comunicación Constitución, Desarrollo y Defensa Nacional	X		X		1 2						
Ingeniería y Tecnología	Físico Química	Fisicoquímica	Fisicoquímica I	X		X		4	2	0	10			
			Fisicoquímica II	X		X		5						
		Termodinámica	Termodinámica para ingenieros químicos	X		X		7				2	0	9
			Termodinámica	X		X		6						
	Operaciones Unitarias	Fenómeno de transporte	Fenómeno de Transporte	X		X		6	1	0	5			
			Física	Balace de masa y energía	X		X		5	7	0	25		
		Transferencia de Calor		X		X		7						
		Flujo de Fluidos		X		X		7						
		Transferencia de Masa I		X		X		8						
		Transferencia de Masa II		X		X		9						
		Laboratorio de Ingeniería Química I			X	X		7						
		Laboratorio de Ingeniería Química II			X	X		9						
		Química	Ingeniería de reacciones química I	X		X		8	2	0	8			
Ingeniería de reacciones química II	X			X		9								

Continuación de la tabla LXVIII.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería Aplicada y Diseño	Ingeniería de procesos	Industria de Procesos Químicos Inorgánicos	X		X		9	6	0	24
			Diseño de Plantas	X		X		10			
			Industria de Procesos Químicos Orgánicos	X		X		10			
			Simulación de Control y Automatización de Proceso	X		X		10			
			Mecánica de partículas	X		X		8			
			Ingeniería Económica y Financiera	X		X		8			
		Tecnología Textil	Química Textil	X			X	7	0	2	6
			Tecnología Textil	X			X	8			
		Tecnología de polímeros	Polímeros	X			X	9	0	1	3
		Ing. Seguridad e higiene industrial	Seguridad e Higiene Industrial	X			X	10	0	1	3
		Tecnología Ambiental	Contaminación Ambiental	X			X	9	2	1	9
			Tratamiento de Aguas	X			X	6			
			Recursos Naturales	X			X	2			
		Biotecnología	Biotecnología	X			X	10	0	1	3
		Alimentos	Química de Los Alimentos	X			X	6	0	4	12
			Microbiología de Los Alimentos	X			X	7			
			Tecnología de Los Alimentos	X			X	8			
			Control de La Calidad de Los Alimentos	X			X	9			
		Otros	Electricidad Aplicada	X			X	3	1	0	3
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Seminario Taller de Tesis	X			X	10	3	0	10
			Elaboración y Evaluación de Proyecto	X			X	10			
			Metodología de la investigación científica	X			X	6			
		Ingeniería ciencias y sistemas	Dibujo de ingeniería	X			X	1	2	0	7
			Programación de Computadoras para Ingeniería	X			X	2			
		Tecnología Electroquímica y	Electroquímica Industrial	X			X	9	2	0	6
			Ingeniería de la Corrosión	X			X	10			
		Tecnología Metalurgia	Metalurgia Extractiva I y II	X			X	6 y 7	0	3	9
			Metalurgia Física	X			X	8			
		Administración	Administración y gestión empresarial	X			X	8	2	0	6
			Control de calidad	X			X	7			
Tecnología de materiales	Materiales de ingeniería	X			X	6	1	0	3		

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXIX. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ciencias Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química I	X		X		1	8	0	48
			Introducción a la ingeniería química	X		X		1			
			Química II	X		X		2			
			Química III	X		X		2			
			Química Orgánica I	X		X		3			
			Química Orgánica II	X		X		4			
			Análisis Químico cualitativo	X		X		3			
			Análisis Químico cuantitativo	X		X		5			
	Matemática	Matemática	Matemática I	X		X		1	6	0	34
			Matemática II	X		X		1			
			Cálculo I	X		X		2			
			Cálculo II	X		X		3			
			Cálculo III	X		X		4			
			Ecuaciones Diferenciales	X		X		5			
	Ciencias físicas	Física	Física I	X		X		2	3	0	18
			Física II	X		X		3			
			Física III	X		X		4			
	Estadística	Estadística	Probabilidad y estadística	X		X		3	2	0	8
			Estadística inferencial	X		X		4			
Humanidades	Lengua y Literatura	Enseñanza de idiomas	Inglés I	X		X		1	6	0	0
			Inglés II	X		X		2			
			Inglés III	X		X		3			
			Inglés IV	X		X		4			
			Inglés V	X		X		5			
			Inglés VI	X		X		6			
Ciencias sociales	Sociología	Sociología	Estrategias De Comunicación Lingüística	X		X		1	5	2	20
			Estrategias de Razonamiento	X		X		1			
			Desarrollo del Ser Humano	X		X		3			
			Quién Fue Jesús De Nazaret	X		X		5			
			Sociedad Democrática y Ciudadana	X		X		2			
			Pedagogía ignaciana de la realización personal	X			X	1			
			Juventud y vida saludable	X			X	5			
	Filosofía	Ética	Ética general	X			X	7	0	3	8
			Ética social	X			X	7			
			Ética profesional	X			X	10			
	Economía	Economía	Fundamento de Economía	X		X		4	2	0	6
			Sociedad incluyente y economía	X		X		9			

Continuación de la tabla LXIX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos					
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op						
Ingeniería y Tecnología	Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		6	2	0	8					
			Termodinámica química	X		X		7								
		Fisicoquímica	Fisicoquímica	X		X		6	1	0	6					
	Operaciones Unitarias	Física	Balance de Masa y Energía	X		X		5	7	0	32					
			Transferencia de Calor	X		X		7								
			Flujo de Fluidos	X		X		6								
			Laboratorio de Operaciones Unitarias I		X	X		9								
			Transferencia de Masa I	X		X		8								
			Transferencia de Masa II	X		X		9								
			Laboratorio de Operaciones Unitarias II		X	X		9								
	Ingeniería de procesos	Ingeniería de procesos	Ingeniería Económica	X		X		8	11	0	36					
			Diseño de Plantas	X		X		9								
			Proceso Químicos Industriales	X		X		9								
			Automatización y Control de Procesos Químicos	X		X		10								
			Control Total de Calidad	X		X		5								
			Investigación de Operaciones I	X		X		6								
			Ingeniería de Costos	X		X		7								
			Cinética Química y Diseño de Reactores	X		X		7								
			Diseño y selección de equipo	X		X		8								
			Proyecto de ingeniería química I	X		X		9								
			Proyecto de ingeniería química II	X		X		10								
			Tecnología aplicada y diseño	Tecnología Ambiental	Sociedad Sostenible y Medio Ambiente	X						X	8	0	2	20
					Control de contaminantes	X						X	9			
	Biotecnología	Bioquímica		X		X		5								
		Microbiología		X		X		6								
	Tecnología Alimentos	Tecnología de Los Alimentos		X			X	10	0	1	14					
	Administración	Comportamiento organizacional	X		X		9	1	0	4						
Ingeniería de métodos e investigación de operaciones	Ingeniería de métodos e investigación de operaciones	Estrategias Básicas de Investigación	X		X		1	3	0	22						
		Investigación de Operaciones I	X		X		6									
		Formulación y Evaluación de Proyectos de Ingeniería	X		X		9									
Diseño experimental y metodología de la investigación	Diseño experimental y metodología de la investigación	Seminario de Evaluación comprensiva	X		X		11	2	0	9						
		Seminario de Trabajo de Graduación	X		X		11									

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXX. **Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Simón Bolívar**

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos	
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op		
Ciencia Naturales y Exactas	Ciencias químicas	Química	Química General I	X		X		3	9	0	27	
			Química General II	X		X		3				
			Principios de Ingeniería Química	X		X		4				
			Laboratorio de Química General I		X	X		4				
			Química General III	X		X		5				
			Laboratorio de Química General II		X	X		5				
			Química Orgánica I	X		X		6				
			Química Orgánica II	X		X		7				
	Laboratorio de Química Orgánica I		X	X		7						
	Matemática	Matemática	Matemática I	X		X		1	7	0	28	
			Matemática II	X		X		1				
			Matemática III	X		X		2				
			Matemática IV	X		X		3				
			Matemática V	X		X		3				
			Matemática VI	X		X		4				
			Matemática VII	X		X		5				
	Ciencias físicas	Física	Física I	X		X		1	5	0	13	
			Física II	X		X		2				
			Física III	X		X		3				
			Laboratorio Física I		X	X		3				
			Laboratorio Física II		X	X		4				
	Estadística	Estadística	Estadística gerencial	X			X	9	2	2	12	
			Estadística para ingenieros	X		X		7				
			Probabilidad y estadística para ingenieros	X		X		8				
			Diseño estadístico de experimentos	X			X	10				
	Ciencias Sociales y Humanidades	Lengua y literatura	Lengua y literatura	Inglés I	X		X		1	6	0	18
				Inglés II	X		X		2			
Inglés III				X		X		3				
Lenguaje I				X		X		1				
Lenguaje II				X		X		2				
Lenguaje III				X		X		3				
Sociología y Filosofía		Sociología y Filosofía	Venezuela Ante el Siglo XXH	X		X		1	3	0	9	
			Venezuela Ante el Siglo XXI-II	X		X		2				
			Venezuela Ante el Siglo XXI-III	X		X		3				
Economía		Economía	Economía de empresa	X		X		6	1	4	15	
			Introducción al mercado	X			X	8				
			Finanzas corporativas	X			X	8				
			El emprendedor de nuevos negocios	X			X	8				
Administración de mercados		X			X	8						
Ingeniería y Tecnología		Físico Químico	Termodinámica	Termodinámica I	X		X		4	3	0	12
	Termodinámica II			X		X		5				
	Termodinámica III			X		X		6				
	Operaciones unitarias	Físicas	Físicoquímica	X		X		6	1	0	4	
			Procesos de Separación I	X		X		7	2	0	8	
Procesos de Separación II	X		X		8							

Continuación de la tabla LXX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos				
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op					
Ingeniería y Tecnología	Operaciones Unitarias	Fenómeno de Transporte	Fenómeno de Transporte I	X		X		5	5	0	16				
			Fenómeno de Transporte II	X		X		6							
			Fenómeno de Transporte III	X		X		6							
			Laboratorio de Fenómeno de Transporte I		X	X		6							
			Laboratorio de Fenómeno de Transporte II		X	X		7							
			Laboratorio de Ingeniería Química		X	X		8							
	Ingeniería de procesos	Química	Reactores Químicos	X		X		7	7	0	20				
			Control de Proceso I	X		X		7							
			Ingeniería de Procesos	X		X		7							
			Control de Procesos II	X		X		8							
			Simulación de Procesos	X		X		8							
			Laboratorio de Control de Procesos I		X	X		9							
			Laboratorio de Control de Procesos II		X	X		10							
			Biotecnología	Microbiología general	X		X					9	1	2	10
				Introducción a la bioingeniería	X			X				8			
				Biotratamiento de efluentes	X			X				9			
	Tecnología ambiental		Microbiología ambiental	X		X		10	1	4	17				
			Prevención de la contaminación ambiental	X			X	9							
			Tratamiento físico-químico de efluentes	X			X	8							
			Desecho sólidos	X			X	8							
	Tecnología de polímeros		Análisis químico ambiental	X			X	10	0	2	6				
			Introducción a los polímeros	X			X	10							
	Ingeniería Aplicada y Diseño	Tecnología de alimentos	Introducción a la microbiología de los alimentos	X		X		8	3	7	22				
			Procesamiento de alimentos	X			X	8							
			Introducción a la tecnología de alimentos	X		X		8							
			Lab. De introducción a la microbiología de los alimentos		X	X		8							
			Laboratorio de procesamiento de alimentos		X		X	8							
			Análisis de alimentos	X			X	9							
			Química de alimentos	X			X	9							
			Laboratorio de análisis de alimentos		X		X	9							
			Control de calidad en la industria alimentaria	X			X	9							
			Lab. Control de calidad en ind. Alimentos		X		X	9							
Administración		Gerencia estratégica de proyectos	X			X	8	0	8	24					
		Contabilidad gerencial	X			X	8								
		Introducción a la gerencial				X	9								
		Manejo de recurso humano				X	9								
		Administración y control de la producción				X	9								
		Administración de personal	X			X	10								
		Formación y dirección de una pequeña industria	X			X	10								
		Teoría y práctica de las negociaciones económicas				X	10								

Continuación de la tabla LXX.

Área de conocimiento	Disciplina	Subdisciplina	Nombre de asignaturas	Actividad		Modalidad		Ciclo	Total de cursos		Total de créditos
				Teórico	Práctico	Ob	Op		Ob	Op	
Ingeniería y Tecnología	Ingeniería aplicada y diseño	Ingeniería ciencias y	Computo científico I	X		X		3	1	1	6
			Programación matemática aplicada	X			X	8			
		Diseño experimental y metodología de la investigación	Miniproyecto	X		X		8	3	0	10
			Evaluación de proyectos químicos	X		X		9			
			Proyecto	X		X		10			
		Otros	Métodos aproximados en ingeniería química	X		X		5	4	1	22
			Instrumentación	X		X		8			
			Cursos en cooperación I	X		X		9			
			Problemas en ingeniería química	X		X		9			
			Gestión de riesgo y seguridad	X			X	10			
		Tecnología de los materiales	Mecánica de materiales	X		X		4	1	0	3
		Tecnología petroquímica	Química y tecnología del petróleo	X			X	9	0	1	3
Tecnología de carbón	Tecnología del carbón	X			X	10	0	1	3		

Fuente: elaboración propia con base a publicación en la página web.

Tabla LXXI. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₁	U ₂
Ciencias naturales y exactas	Introducción a la ingeniería química	-
Ingeniería aplicada y diseño	Diseño mecánico Control de procesos Simulación de procesos químicos Metalurgia física Proceso de conversión de energía Análisis estructural Espectroscópico Procesos electroquímicos Laboratorio electroquímico Corrosión industrial Introducción a la bioinformática Bioquímica experimental Tópicos avanzados de bioquímica Bioquímica industrial	Procesos de separación I Proceso de separación II Proceso de separación III Ingeniería de costos Reactores químicos Síntesis y optimización de procesos Instrumentación y control Ingeniería de proyecto Simulación de procesos Laboratorio integral I Laboratorio integral II Laboratorio integral III
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	-
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LII y LIII, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXII. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades Autónoma de Santo Domingo y Autónoma Gabriel René Moreno**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₃	U ₄
Ciencias Naturales y exactas	Introducción a la ingeniería química I y II	-
Ingeniería aplicada y diseño	Diseño de reactores Diseño de sistemas de fluidos Simulación para Ing. Química I Simulación para Ing. Química II Materiales y corrosión Tecnología de alimentos I Tecnología de alimentos II Tecnología de alimentos III Laboratorio de tecnología de alimentos Gestión de calidad	Fenómeno de Transporte I Fenómeno de Transporte II Ingeniería de Reacciones Químicas II Diseño de Reactores I Medio Ambiente II Servicios Auxiliares en la Industria Inst. Y Control de Procesos Ind. Diseño de Reactores II Simulación y Optimización de Procesos Diseño Experimental e Industrial Electroquímica Industrial Electrotecnia Industrial
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	-
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LIV y LV, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXIII. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades Central del Ecuador y de Antioquia**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₅	U ₆
Ciencias Naturales y exactas	-	Introducción a la ingeniería química
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de transporte I Fenómeno de transporte II Simulación de proceso Electroquímica Corrosión Propiedad industrial Tecnología del petróleo Refinación de petróleo Catálisis heterogénea Metalurgia Tratamiento de aguas industrial Gestión ambiental	Biotecnología I Diseño II
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	Trato interpersonal Técnicas de estudio	Vivamos la universidad
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LVI y LVII, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXIV. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades de Buenos Aires y de Costa Rica**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₇	U ₈
Ciencias naturales y exactas	Introducción a la ingeniería química	-
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de Transporte Microbiología Industrial Instrumentación y Control de Plantas Químicas Diseño de procesos Instalaciones de Plantas de Proceso Diseño de Reactores Evaluación de Proyecto de Plantas Químicas	Operaciones Por Separación de Fases Laboratorio de Operaciones Por Separación de Fases Operaciones de separación por métodos Laboratorio de Operación por Métodos Fenómeno de transferencia Análisis de Proceso I Análisis de Proceso II Control e Instrumentación de Procesos Diseño de procesos químicos Procesos y operaciones integradas Electrotecnia Medición y tratamiento de datos experimentales Procesos y Operaciones Integrados Control de Producción
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	Curso de Arte
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LVIII y LIX, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXV. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades de El Salvador y del Valle de Guatemala**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₉	U ₁₁
Ciencias naturales y exactas	-	Introducción a Ingeniería Química
Ingeniería aplicada y diseño	Operaciones de Plantas Industriales Aprovechamiento Industrial de Recursos Naturales Métodos experimentales Investigación de operaciones I Tecnología de los materiales metálicos	Control e Instrumentación de Procesos Ingeniería de Plantas Químicas Diseño de Reactores Ingeniería financiera Taller de Megaproyecto I Taller de Megaproyecto II Taller de Megaproyecto III Proceso Industrial Biológicos Microbiología industrial Energía Renovables Ingeniería de la Producción más Limpia Taller de Emprendimiento en Negocios
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	-
Integradoras	-	Taller de investigación para ingenieros químicos I Taller de investigación para ingenieros químicos II

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LX y LXI, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXVI. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades de Industrial de Santander y Mayor de San Francisco Xavier**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₁₂	U ₁₃
Ciencias naturales y exactas	Introducción a la ingeniería química	-
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de Transporte I Fenómeno de Transporte II Análisis de Variables de Procesos Control de Procesos Químicos Diseño de reactores Síntesis y Análisis de Procesos Análisis de Procesos Microbiología industrial Bioprocesos Métodos de Ingeniería Química I Métodos de Ingeniería Química II Dirección Empresarial Creación de Empresas	Fenómeno de Transporte I Instrumentación de Procesos Preparación y Evaluación de Proyectos Diseño de reactores químicos I Diseño de reactores químicos II Química de Los Alimentos Procesos Industriales de Alimentos Informática Ingeniería Gas Natural I Ingeniería Gas Natural II Refinación del Petróleo Electrotecnia General Corrosión Recursos naturales
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	-
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LXII y LXIII, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXVII. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades Nacional Autónoma de México y Nacional de Colombia**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₁₄	U ₁₅
Ciencias naturales y exactas	-	Introducción a la ingeniería química
Ingeniería aplicada y diseño	Electroquímica Procesos de Separación Ingeniería de Reactores I Ingeniería de Reactores II Diseño de Procesos Ingeniería de proyectos Introducción a la Ciencia de Polímeros Modelo y Simulación de Procesos Reología y Procesamiento de Polímeros Catálisis I Catálisis II Tecnología Enzimática Ingeniería Bioquímica Teoría de la Organización Fundamentos de Administración Taller de problemas	Control de procesos Diseños de proceso químicos y bioquímicos Ingeniería de procesos Gerencia y Gestión de Proyecto
Ciencias Sociales	-	-
Humanidades	Relaciones humanas	-
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LXIV y LXV, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXVIII. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades Nacional de Ingeniería y Nacional de la Plata**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₁₆	U ₁₇
Ciencias naturales y exactas	Introducción a Ingeniería Química	Introducción a la ingeniería química
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de Transporte Diseño de Reactores Control de Procesos Operaciones Mecánicas Tecnología y Medio Ambiente Fundamentos de los procesos biológicos Gerencia de recursos humanos	Electroquímica Ingeniería de los Procesos Electroquímicos Simulación de Procesos I Simulación de Procesos II Industria Química Control de Procesos I Diseño Óptimo I Ingeniería Bioquímica I Materiales y Equipos Para Procesos Químicos
Ciencias sociales	-	-
Humanidades	-	-
Integradoras	-	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LXVI y LXVII, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXIX. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de las universidades Nacional del Callao y Rafael Landívar de Guatemala**

Ejes de Conocimiento	Universidades	
	U ₁₈	U ₁₉
Ciencias Naturales y exactas	-	Introducción a La Ingeniería Química
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de Transporte Industria de Procesos Químicos Inorgánicos Industria de Procesos Químicos Orgánicos Contaminación Ambiental Recursos Naturales Simulación de Control y Automatización de Proceso Mecánica de partículas Electroquímica Industrial	Estrategias Básicas de Investigación Proyecto de ingeniería química I Proyecto de ingeniería química II Sociedad Sostenible y Medio Ambiente Comportamiento organizacional Automatización y Control de Procesos Químicos
Ciencias Sociales	-	-
Humanidades	Metódica de La Comunicación	-
Integradoras	-	Seminario de Evaluación comprensiva

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LXVIII y LXIX, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXX. **Listado de asignaturas obligatorias excluyentes por ejes de formación de la Universidad Simón Bolívar**

Ejes de Conocimiento	Universidad
	U ₂₀
Ciencias Naturales y exactas	Diseño estadístico de experimentos
Ingeniería aplicada y diseño	Fenómeno de Transporte I Fenómeno de Transporte II Fenómeno de Transporte III Laboratorio de Fenómeno de Transporte I Laboratorio de Fenómeno de Transporte II Reactores Químicos Simulación de Procesos Laboratorio de Control de Procesos I Laboratorio de Control de Procesos II Introducción a la microbiología de los alimentos Introducción a la tecnología de alimentos Lab. De introducción a la microbiología de los alimentos Análisis de alimentos Química de alimentos Problemas en ingeniería química Mecánica de materiales
Ciencias Sociales	-
Humanidades	-
Integradoras	-

Fuente: elaboración propia, basado en las tabla LXVIII y LXIX, tomando como referencia a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla LXXXI. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad de San Carlos de Guatemala	Operaciones unitarias físicas	2
	Ingeniería de procesos	2
	Biotecnología	1
	Ingeniería Textil	2
	Tecnología de alimentos	2
	Tecnología ambiental	2
	Administración	3
	Tecnología del azúcar	1
	Ingeniería de la producción	1
	Seguridad e higiene	1
	Ingeniería ciencias y sistemas	1
	Legislación	1
	Tecnología farmacéutica	1
	Total	20

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LI del apéndice.

Tabla LXXXII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Ingeniería de procesos	1
	Biotecnología	4
	Administración	1
	Tecnología Electroquímica y corrosión	1
	Gestión de la innovación y tecnología	2
	Total	9

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LII del apéndice.

Tabla LXXXIII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Autónoma Gabriel René Moreno	Biotecnología	1
	Tecnología de alimentos	2
	Tecnología ambiental	5
	Administración	1
	Tecnología de materiales	1
	Tecnología en metalurgia	1
	Tecnología en petroquímica	3
	Ingeniería ciencias y sistemas	1
	Legislación	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	1
	Total	17

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LIV del apéndice.

Tabla LXXXIV. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Central del Ecuador	Ingeniería de procesos	1
	Tecnología ambiental	1
	Tecnología de catálisis	1
	Tecnología en metalurgia	1
	Seguridad e higiene	1
	Total	5

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LV del apéndice.

Tabla LXXXV. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad de Antioquia	Biotecnología	1
	Tecnología ambiental	2
	Administración	4
	Seguridad e higiene	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	4
	Total	12

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LVI del apéndice.

Tabla LXXXVI. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad de Buenos Aires	Ingeniería de procesos	6
	Tecnología de alimentos	4
	Tecnología ambiental	4
	Termodinámica	1
	Total	15

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LVII del apéndice.

Tabla LXXXVII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad de Costa Rica	Ingeniería de procesos	5
	Biotecnología	2
	Ingeniería Textil	1
	Tecnología de alimentos	3
	Tecnología ambiental	4
	Tecnología del azúcar	2
	Tecnología de materiales	1
	Tecnología de polímeros	1
	Tecnología en metalurgia	2
	Tecnología en petroquímica	1
	Tecnología Electroquímica y corrosión	1
	Ingeniería de proyectos	3
	Seguridad e higiene	2
	Gestión de la innovación y tecnología	1
	Total	29

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LVIII del apéndice.

Tabla LXXXVIII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad de El Salvador	Ingeniería de procesos	4
	Biotecnología	2
	Tecnología de alimentos	1
	Tecnología ambiental	3
	Administración	3
	Tecnología de materiales	2
	Envase empaque y embalaje	1
	Gestión de la innovación y tecnología	3
	Gestión de la calidad	3
	Ingeniería más limpia	2
	Total	24

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LIX del apéndice.

Tabla LXXXIX. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Industrial de Santander	Fisicoquímica	1
	Operaciones unitarias químicas	1
	Ingeniería de procesos	4
	Biotecnología	3
	Tecnología de alimentos	1
	Tecnología ambiental	1
	Administración	2
	Tecnología de catálisis	2
	Tecnología de materiales	1
	Tecnología de polímeros	1
	Tecnología en metalurgia	5
	Tecnología en petroquímica	3
	Tecnología carboquímica	1
	Tecnología Electroquímica y corrosión	1
	Mineralogía	1
	Ingeniería ciencias y sistemas	1

Continuación de la tabla LXXXIX.

	Ingeniería ciencias y sistemas	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	1
	Ingeniería de métodos de investigación de operaciones	2
	Total	32

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXI del apéndice.

Tabla XC. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Autónoma de México	Ingeniería de procesos	1
	Biotecnología	6
	Tecnología ambiental	3
	Administración	2
	Tecnología de catálisis	3
	Tecnología de polímeros	5
	Ingeniería de proyectos	2
	Ingeniería ciencias y sistemas	2
	Legislación	1
	Total	25

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXIV del apéndice.

Tabla XCI. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Nacional de Colombia	Termodinámica	3
	Ingeniería de procesos	2
	Biotecnología	3
	Administración	6
	Tecnología de catálisis	2
	Tecnología de materiales	4
	Tecnología de polímeros	3
	Seguridad e higiene	1
	Ingeniería ciencias y sistemas	1
	Diseño experimental y metodología de la investigación	3
	Total	28

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXV del apéndice.

Tabla XCII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Nacional de Ingeniería	Tecnología de alimentos	2
	Tecnología ambiental	2
	Total	4

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXVI del apéndice.

Tabla XCIII. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Nacional de La Plata	Fisicoquímica	1
	Ingeniería de procesos	3
	Biotecnología	1
	Tecnología de alimentos	3
	Tecnología ambiental	4
	Tecnología de catálisis	2
	Total	14

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXVII del apéndice.

Tabla XCIV. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Nacional del Callao	Biotecnología	1
	Ingeniería Textil	2
	Tecnología de alimentos	4
	Tecnología ambiental	1
	Tecnología de polímeros	1
	Tecnología en metalurgia	3
	Seguridad e higiene	1
	Total	13

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXVIII del apéndice.

Tabla XCV. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Rafael Landívar de Guatemala	Tecnología de alimentos	1
	Tecnología ambiental	1
	total	2

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXIX del apéndice.

Tabla XCVI. **Listado de asignaturas por el criterio de flexibilidad orientados a la especialización**

Universidad	Especialización	No. de asignaturas
Universidad Simón Bolívar	Ingeniería de procesos	1
	Biotecnología	2
	Tecnología de alimentos	7
	Tecnología ambiental	4
	Administración	8
	Tecnología de polímeros	2
	Tecnología en petroquímica	1
	Tecnología carboquímica	1
	Ingeniería ciencias y sistemas	1
	Total	27

Fuente: elaboración propia en base a la tabla LXX del apéndice.

