

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación para la Educación Superior

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

MSc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica



*OPES ; no. 17-2013*

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



MSc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica

*OPES ; no. 17-2013*

378.728.6  
C877d

Alexander Cox, Alvarado

Dictamen sobre la propuesta de creación de la maestría en ingeniería hidráulica de la Universidad de Costa Rica / Alexander Cox Alvarado. -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2013.

34 p. ; 28 cm. -- (OPES ; no. 17-2013).

ISBN 978-9977-77-075-8

1. INGENIERIA HIDRÁULICA. 3. OFERTA ACADÉMICA. 4. EDUCACIÓN SUPERIOR. 5. MAESTRÍA UNIVERSITARIA. 6. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. I. Título. II. Serie.

EBV



# Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES ; no. 17-2013) se refiere al Dictamen sobre la propuesta creación de la Maestría en Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el MSc. Alexander Cox Alvarado, Investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 18-2013, artículo 4, celebrada el 5 de agosto de 2013.



José Andrés Masís Bermúdez  
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE APERTURA  
DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

*Índice*

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	2
4. Justificación	2
5. Desarrollo académico del campo de la Maestría propuesta	5
6. Propósitos del posgrado	6
7. Perfil académico-profesional	7
8. Requisitos de ingreso	9
9. Requisitos de graduación	9
10. Listado de las actividades académicas del posgrado	10
11. Descripción de las actividades académicas del posgrado	10
12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	10
13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado	11
14. Conclusiones	12
15. Recomendaciones	12
Anexo A: Plan de estudios	13
Anexo B: Programas de los cursos	17
Anexo C: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Costa Rica.	29
Anexo D: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Costa Rica y sus grados académicos	32

## 1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Ingeniería Hidráulica* en la Universidad de Costa Rica (UCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UCR, Dr. Henning Jensen Pennington, en nota R-3810-2013, del 7 de junio, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>. El CONARE, en la sesión 15-2013, del 25 de junio, acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

Cuando se proponen posgrados nuevos se utiliza lo establecido en el documento *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*<sup>2</sup> y en el Fluxograma mencionado, el cual establece doce grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de posgrado que se propongan. Estos son los siguientes:

- Datos generales
- Autorización para impartir posgrados
- Justificación del posgrado.
- El desarrollo académico del campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso
- Requisitos de graduación
- Listado de las actividades académicas del posgrado
- Descripción de las actividades académicas del posgrado
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.
- Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado.

- Otros aspectos que se consideren importantes según criterio de la universidad o de la OPES.

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

## 2. Datos generales

La unidad académica base de la Maestría en Ingeniería Hidráulica será la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, adscrita a la Facultad de Ingeniería. La maestría tendrá las dos modalidades, académica y profesional.

La duración total de la maestría académica será de cinco semestres, mientras que la de la maestría profesional será de cuatro semestres. Los semestres serán de dieciséis semanas cada uno. Se abrirá la matrícula anualmente. Se ofrecerán de forma indefinida.

Se otorgará el diploma de *Maestría en Ingeniería Hidráulica*.

## 3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

La Escuela de Ingeniería Civil fue autorizada a impartir posgrados por el CONARE en 1988, cuando se autorizó la apertura de la Maestría en Ingeniería Civil. Actualmente, el Programa de Posgrado en Ingeniería Civil cuenta con seis programas de posgrado activos: Maestría Académica en Ingeniería Civil, Maestría Académica en Ingeniería Geotécnica, Maestría Académica en Ingeniería de Transporte y Vías, Maestría Profesional en Administración e Ingeniería de la Construcción, Maestría Profesional en Ingeniería de Transporte y Vías así como la Maestría Profesional en Ingeniería Geotécnica. Además colabora con el Programa de Posgrado en Gestión Ambiental y Ecoturismo que ofrece una Maestría Académica y una Profesional con cuatro énfasis.

## 4. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen:

“Desde los orígenes de las civilizaciones cuando el hombre se logró asentar en los fértiles valles de los ríos, como el del Nilo en el norte de África y el Yangtze en China, el desarrollo

de los recursos hidráulicos ha sido una de las mayores tareas humanas. Todas las sociedades han recurrido a lo largo de la historia al aprovechamiento del recurso hídrico mediante la construcción de obras de infraestructura hidráulica para resolver necesidades básicas de agua potable, alimentación, saneamiento, salud pública, protección de infraestructura vital, vías de transporte y energía. Desde tiempos ancestrales la construcción de acueductos, represas, canales de drenajes o de riego, de transporte fluvial y marítimo, así como su mantenimiento se convirtió en componentes estratégicos para el desarrollo social, económico y cultural. Sobresaliendo en este sentido aquellas sociedades que logran hacer un uso sostenible del crítico recurso hídrico, armonizando en su desarrollo el entorno social y ambiental. La concepción moderna de infraestructura no ha cambiado significativamente de aquel ideal de desarrollo de las sociedades más antiguas, pero teniendo en cuenta que la obra como tal no es un fin en sí misma, sino un medio para proveer dos grandes objetivos a la sociedad: calidad de vida y competitividad.”<sup>3</sup>

“En la actualidad la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica forma un profesional en Ingeniería Civil de índole generalista, es decir, el graduado tiene conocimientos básicos en todas las áreas, pero profundiza medianamente en alguna área específica. No obstante, en el desarrollo de obras hidráulicas, se requiere de un profesional con conocimiento específico en el campo de la ingeniería hidráulica. Precisamente en este campo, es que la maestría que se está aquí proponiendo pretende la formación de especialistas con el conocimiento suficiente para atender las necesidades del sector en el desarrollo de obras tan complejas que podrían implicar el uso de conocimiento en campos tan diversos como control de inundaciones, riego y drenaje, gestión del recurso hídrico, abastecimiento de agua potable, planificación de proyectos, diseño hidráulico de puentes y alcantarillas, sistemas de alcantarillado pluvial, entre muchos otros. Se ha propuesto por lo tanto, un programa de maestría que brinde una formación adecuada que les permitan desempeñarse de manera competente en los campos indicados.”<sup>4</sup>

“La inserción de la economía costarricense en los mercados mundiales se ve tremendamente impactada por el grado de desarrollo que logremos alcanzar de nuestra infraestructura hidráulica: acueductos de agua potable, sistemas de recolección de aguas servidas, distritos de riego, obras fluviales y marítimas, obras de plantas hidroeléctricas, sistemas de saneamiento, recuperación de cuencas hidrográficas, entre otros. Si bien el país ha logrado desarrollo importante en ciertas áreas de la infraestructura nacional, es claro que el esfuerzo sostenido en el corto, mediano y largo plazo es intenso. Por ejemplo, solo en el tema de suministro de agua potable se reconoce un nivel de cobertura del 98.8% que es bastante bueno, pero en servicios de recolección y tratamiento de aguas residuales se alcanza el 47% y 4% respectivamente, valores nada satisfactorios. Por lo que el nivel de inversión en este tema es del orden de US\$ 2000 millones solo para la entidad responsable, AyA, en un plazo relativamente corto. En otras áreas como riego, control de inundaciones y energía, el esfuerzo puede resultar aún mayor. Obras y servicios que involucran riesgos, que de materializarse conllevarían el colapso e inhabilitación o destrucción de servicios e infraestructura estratégica para el país.

Actualmente y pese a la abundancia hídrica, Costa Rica enfrenta una problemática asociada principalmente al crecimiento de la población y los procesos de urbanización, a la expansión de la actividad económica, a su concentración en algunas áreas y al deterioro del recurso



por contaminación. La problemática asociada con el recurso hídrico es grave, en gran medida debido a que el agua ha sido considerada como un recurso gratuito e inagotable en cuanto a calidad y cantidad. Los patrones de desarrollo económico (concentración de actividades agrícolas, agroindustriales, industriales y turísticas) han hecho crecer la demanda del recurso hídrico. A su vez, el incremento en la demanda de agua en general y en particular en la de servicios públicos (agua, luz, recolección de desechos, vialidad, etc.) ha impuesto una enorme presión sobre las empresas y entidades a cargo de administrar el recurso, otorgar concesiones, controlar vertidos y suministrar agua para uso doméstico.

Más aún, se espera que el cambio climático produzca mayor variabilidad espacial y temporal en la precipitación, mayores temperaturas del agua así como mayor frecuencia de inundaciones y sequías que afectarán la calidad del agua y exacerbarán muchas formas de contaminación del agua. Consecuentemente, el cambio climático afectará la operación de la infraestructura existente para el aprovechamiento del recurso hídrico. Sin bien es cierto el clima del planeta ha cambiado en muchas ocasiones, nunca antes se había dado un cambio tan drástico y peligroso. Un cambio que ha venido a impactar el ambiente, la economía, la sociedad y ser una amenaza para el planeta. El efecto mayor se ha visto en el incremento de la temperatura en la superficie de la Tierra, ahora reconocemos que el clima está cambiando, los huracanes son más intensos, las lluvias torrenciales, las sequías, las olas de calor, desencadenan efectos sobre la disponibilidad del recurso hídrico. Estas variaciones climáticas alteran los componentes del ciclo hidrológico, variando la escorrentía superficial y subterránea, aumentando o disminuyendo los cuerpos de agua. Todo ello implica replantearse el modelo de soluciones de ingeniería hasta ahora utilizado.

En la actualidad el país carece de la cantidad de profesionales con el nivel académico requerido para enfrentar adecuadamente problemas de planificación, diseño, análisis y construcción de obras hidráulicas. A la fecha, la única opción de realización de estudios de posgrado ha sido ir a universidades del exterior o participar en cursos de actualización profesional que no tienen el mismo peso académico de una maestría. Este faltante de profesionales especializados en el campo, ha producido que técnicos no especializados diseñen, construyan e inspeccionen obras que generalmente no cumplen con los estándares mínimos de calidad requeridos, lo que redundará en baja calidad técnica de las obras y en sobrecostos. Costa Rica estará invirtiendo al menos 10000 millones de dólares en obras de infraestructura hidráulica que incluyen entre otras obras las siguientes:

- Proyecto hidroeléctrico Reventazón
- Proyecto Ciudad Puerto Limón
- Embalse de regulación Piedras para el Distrito de Riego Arenal-Tempisque
- Construcción del acueducto de Esparza
- Canalización y control de inundaciones en el río Limoncito-Limón
- Proyecto de abastecimiento de agua potable del área metropolitana de San José
- Puentes y drenajes de la ruta nacional 1
- Proyecto alcantarillado sanitario de la GAM
- Proyecto hidroeléctrico Brasil II
- Proyecto nueva terminal de contenedores de Moín
- Proyecto de ampliación de la Central Hidroeléctrica Cachí

- Planta de tratamiento primario de aguas residuales del área metropolitana de San José
- Ampliación del puerto de Caldera

Por los motivos expuestos, es que se requiere la formación de un importante número de profesionales que puedan brindar servicios de calidad a la infraestructura hidráulica que Costa Rica necesita para desarrollarse y para garantizar la eficiencia de la inversión de obra pública en el largo plazo.

Se estima que los programas de Maestría en Ingeniería Hidráulica iniciarán con 20 estudiantes en cada modalidad, para un total de 40 estudiantes. A continuación se indican algunas instituciones públicas y privadas que podrían contar con los servicios de profesionales en este campo:

- Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)
- Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)
- Municipalidades
- Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC)
- Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A. (ESPH)
- Sector Privado.”<sup>5</sup>

##### 5. Desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta

La Universidad de Costa Rica envió el siguiente resumen sobre el desarrollo académico de la unidad base en el campo de la Maestría propuesta:

“La Universidad de Costa Rica ha sido un generador tradicional de investigación de excelente calidad en Costa Rica. Esta investigación se ha desarrollado a través de institutos y centros de investigación de acuerdo con las necesidades del país. En el caso de la Maestría en Ingeniería Hidráulica se tendrá una conexión estrecha con el Laboratorio de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil, fundado en 1954, y con el Laboratorio de Ingeniería Marítima y Fluvial del Instituto de Investigaciones en Ingeniería de la UCR. A través de estos laboratorios se han realizado muchos proyectos de investigación aplicada en los últimos años para el beneficio del país. En ese sentido debe tomarse en cuenta la capacidad instalada de los laboratorios para ejecutar proyectos de investigación, tanto a través del modelado numérico como el modelado físico. De acuerdo con lo indicado, se pueden plantear las siguientes líneas de investigación:

- Análisis de desempeño de obras de infraestructura hidráulica
- Estructuras hidráulicas
- Distribuciones temporales y espaciales de precipitaciones
- Modelación numérica bidimensional y tridimensional de flujos
- Evaluación del impacto hidrodinámico y morfodinámico de obras civiles

- Análisis y propagación de ondas de marea y oleaje
- Modelado hidrológico
- Investigación del transporte de sedimentos y flujo de detritos
- Gestión integrada de eventos extremos
- Sistemas de gestión de obras hidráulicas
- Estudios de impacto hidráulico
- Análisis e investigación de accidentabilidad en obras hidráulicas
- Interacción entre sistemas de aprovechamiento hidráulico
- Gestión del recurso hídrico
- Eco-hidráulica y re-naturalización de cauces
- Diseño mecanicista de obras hidráulicas
- Sistemas de captación y distribución de agua
- Evaluación de desempeño y mejoras en el diseño de obras hidráulicas
- Problemas hidráulicos en vías: drenajes longitudinales y sub-drenajes, alcantarillas
- Socavación de puentes

Tanto las instalaciones del LanammeUCR (cuatro edificios y un centro especializado en transferencia de tecnología con biblioteca incluida), así como la capacidad instalada del Laboratorio de Hidráulica y del Laboratorio de Ingeniería Marítima y Fluvial soportan el programa de maestría propuesto. En el campo hidráulico estos laboratorios cuentan con equipos propios que pueden hacer análisis en escala reducida o en prototipos, así como también a través de modelado numérico bidimensional o tridimensional.”<sup>6</sup>

## 6. Propósitos del posgrado

Los objetivos generales que guían la Maestría en Ingeniería Hidráulica son los siguientes, por modalidad:

### *Modalidad Académica:*

El objetivo de este programa es formar investigadores con un alto nivel académico que les permita plantear, investigar, explicar y resolver problemas de la ingeniería hidráulica mediante la aplicación de herramientas y tecnologías apropiadas para optimizar el desarrollo y gestión de proyectos hidráulicos.

### *Modalidad Profesional:*

El objetivo de este programa es proporcionar a los profesionales practicantes en el sector público y privado con conocimientos profundos y actualizados de la ingeniería hidráulica para que los analicen, sintetizen, transmitan y apliquen en la solución de problemas prácticos de la profesión.

## 7. Perfil académico-profesional

Al finalizar sus estudios, los graduados de la Maestría en Ingeniería Hidráulica tendrán los siguientes, conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores:

*Conocimientos:*

- Diseño hidráulico de obras fluviales y marítimas .
- Técnicas y herramientas relacionadas con diseño, construcción y conservación de proyectos de aprovechamiento hidráulico.
- Modelado numérico y físico en hidráulica e hidrología.
- Transporte de sedimentos y flujo de detritos.
- Ingeniería marítima.
- Optimización de obras hidráulicas.
- Gestión de la infraestructura hidráulica.
- Desarrollo de proyectos.

Adicionalmente, los graduados de la modalidad académica tendrán los siguientes conocimientos:

- Metodologías de investigación para la generación de más conocimiento.
- Los procesos de la investigación en ingeniería y su gestión.

En el caso de los graduados de la modalidad profesional, tendrán adicionalmente los siguientes conocimientos:

- Metodologías de investigación para profundizar y actualizar conocimiento, con el objeto primordial de analizarlo, sintetizarlo, transmitirlo y solucionar problemas.
- Los procesos de la investigación práctica aplicada en ingeniería y su gestión.

*Habilidades y destrezas*

- Comprender ampliamente el comportamiento de los fluidos y la dinámica fluvial.
- Conocer ampliamente las técnicas de diseño y ejecución de obras hidráulicas en el ámbito nacional e internacional así como las nuevas tecnologías en equipos y materiales afines.

- Poseer la formación necesaria para el mejoramiento de la calidad y compatibilidad ambiental de los proyectos de ingeniería.
- Tener capacidad técnica para desarrollar proyectos de investigación aplicados a las diversas áreas de la Ingeniería hidráulica.
- Adquirir una sólida formación académica en el campo de la Ingeniería Hidráulica que les permita participar en proyectos de investigación dentro y fuera del país.
- Conocer en detalle la legislación nacional en el campo del diseño y construcción de obras hidráulicas para la supervisión general de las entidades públicas y privadas encargadas de estas actividades.

Adicionalmente, los graduados de la modalidad académica tendrán las siguientes habilidades y destrezas:

- Abstraer los conceptos y patrones generales que subyacen en los problemas de la Ingeniería Hidráulica.
- Fundamentar mediante pruebas adecuadas y correctas las teorías y conclusiones desarrolladas en proyectos de investigación.

Adicionalmente, los graduados de la modalidad profesional tendrán las siguientes habilidades:

- Utilizar en la práctica profesional los conocimientos adquiridos para obtener un mejor desempeño en las labores encomendadas.
- Identificar y reconocer los elementos y relaciones existentes entre las variables que conforman e interactúan en los problemas hidráulicos.
- Verificar y evaluar los resultados o soluciones planteadas a los problemas dados en la práctica profesional en función de criterios actualizados de Ingeniería hidráulica.

#### *Actitudes y valores*

- Sólida ética profesional
- Amplios deseos de superación personal
- Contribuir a la toma de decisiones para resolver los problemas nacionales del sector hídrico

- Colaborar con el progreso del país y con la innovación tecnológica
- Compromiso con la preservación del ambiente y el desarrollo sostenible de las obras hidráulicas.

Adicionalmente, los graduados de la modalidad académica tendrán la siguiente actitud:

- Afinidad a la generación de conocimientos nuevos a través de la investigación

#### 8. Requisitos de ingreso

Según la Universidad de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Contar con una Licenciatura en Ingeniería Civil debidamente reconocida en Costa Rica. En casos excepcionales se podrán admitir estudiantes provenientes de carreras consideradas como afines a la Ingeniería Civil, según lo determine la Comisión de Estudios del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil.
- Tener manejo instrumental del idioma inglés.
- Dedicar al menos medio tiempo a los estudios de maestría.

Los estudiantes no graduados en Ingeniería Civil deberán realizar un examen de ubicación y cursar la nivelación que determine la Comisión de Estudios. Los postulantes deberán además cumplir con los requisitos administrativos o de otra índole que señale la Universidad de Costa Rica.

La permanencia en la Maestría está determinada por lo que establece al respecto el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

#### 9. Requisitos de graduación

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todos los cursos y las actividades del plan de estudios, incluyendo la presentación y defensa de una tesis de Maestría para la modalidad académica, y para la modalidad profesional, la realización un proyecto de investigación aplicada, el cual requiere de la presentación de un informe escrito y oral del proyecto ante un tribunal evaluador.

#### 10. Listado de las actividades académicas del posgrado

Los planes de estudios de la Maestría se presentan en el Anexo A. La modalidad académica de la Maestría consta de 66 créditos. Las actividades del plan de estudios de esta modalidad se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Treinta y seis créditos en cursos, entre los cuales se incluyen los siguientes:
  - Siete cursos obligatorios de tres créditos cada uno.
  - Tres seminarios de un crédito cada uno.
  - Cuatro cursos optativos de tres créditos cada uno.
- Treinta créditos en actividades de la investigación, divididos en tres investigaciones de tesis, de ocho créditos cada una y de la defensa de la tesis, con seis créditos.

La modalidad profesional de la Maestría consta de 63 créditos. Las actividades del plan de estudios de esta modalidad se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Cuarenta y ocho créditos en cursos, entre los cuales se incluyen los siguientes:
  - Siete cursos obligatorios de tres créditos cada uno.
  - Tres seminarios de un crédito cada uno.
  - Ocho cursos optativos de tres créditos cada uno.
- Tres talleres de ingeniería hidráulica de cinco créditos cada uno.

Todas las normativas vigentes para los cursos y para el grado académico de Maestría se cumplen.

#### 11. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y las actividades de investigación se muestran en el Anexo B.

#### 12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en una maestría son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Maestría debidamente reconocido y equiparado.

- Los profesores deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo al posgrado.

Adicionalmente, en una maestría académica se debe cumplir con lo siguiente:

- Preferiblemente, al menos la mitad de los docentes deberá poseer el grado de doctorado académico o ser investigadores activos.

Los profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería Hidráulica son los que se indican en el Anexo C. En el Anexo D se indica el título y grado del diploma respectivo de posgrado de cada uno de los docentes. Todas las normativas vigentes se cumplen.

### 13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado.

La Universidad de Costa Rica envió la siguiente información referida a los recursos físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento:

“La Universidad de Costa Rica cuenta con los recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, y los vínculos con instituciones nacionales e internacionales suficientes para la ejecución de la maestría propuesta.

Asimismo, el posgrado se desarrollará en la Escuela de Ingeniería Civil que cuenta con más de setenta años de operación como la encargada de graduar profesionales en Ingeniería Civil en Costa Rica desde el momento de fundación de la Universidad de Costa Rica. En particular, las maestrías propuestas tendrán su sede, al igual que los demás planes del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, LanammeUCR, el cual ha brindado y seguirá brindando apoyo al Posgrado. El LanammeUCR es parte de la Escuela de Ingeniería Civil y cuenta con instalaciones situadas en la Finca 2 de la Universidad de Costa Rica. Las instalaciones del LanammeUCR incluyen un auditorio con capacidad para 150 personas así como cinco aulas con capacidades que van desde 20 hasta 50 personas. Todas las aulas cuentan con las facilidades para el desarrollo docente, i.e. proyectores, computadoras con conexión a internet y a impresoras y en el caso del auditorio se cuenta con la posibilidad de grabación de video y con equipo de video conferencia que permita recibir conferencias desde sitios remotos con comunicación en dos vías.

La Maestría en Ingeniería Hidráulica formará parte del Programa de Posgrado de Ingeniería Civil. El Programa de Posgrado se acogió a la modalidad de financiamiento complementario desde 2008. Esto significa que el Programa genera sus propios recursos para pagar el apoyo administrativo y también para cubrir todos los gastos relacionados con la operación diaria del programa. Adicionalmente, el Programa hace una inversión anual considerable en compra de libros, software especializado y de dispositivos para laboratorio que son usados por los estudiantes tanto en los cursos que involucran trabajo experimental como investigación de tesis.



Dentro de los cursos con trabajo experimental se encuentran los cursos de Taller Aplicado que forman parte de esta propuesta.”<sup>7</sup>

#### 14. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los procedimientos establecidos por el *Flujograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup> y en la *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*<sup>2</sup>.

#### 15. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica para que imparta la *Maestría en Ingeniería Hidráulica*, con las modalidades académica y profesional.
- Que la Universidad de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.
- Que la OPES considere la evaluación del posgrado propuesto después de cinco años de iniciado.

---

1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y modificado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesiones N°16-2005, artículo 3, celebrada el 7 de junio de 2005, N°27-05, artículo 3, celebrada el 6 de setiembre de 2005 y N°33-2009, artículo 5, celebrada el 3 de noviembre de 2009.

2) Aprobada por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

3, 4 y 5) Propuesta de apertura de la Maestría en Ingeniería Hidráulica, Universidad de Costa Rica, 2013.

**ANEXO A**

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO A.1

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA ACADÉMICA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

CICLO Y NOMBRE DEL CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer semestre</u>	<u>13</u>
Procesos hidrológicos y modelos de cuencas	3
Dinámica de fluidos	3
Hidráulica avanzada de canales abiertos	3
Morfología y dinámica fluvial	3
Seminario de ingeniería hidráulica I	1
<u>Segundo semestre</u>	<u>18</u>
Aprovechamiento y gestión del recurso hídrico	3
Hidráulica computacional	3
Flujo a presión	3
Seminario de ingeniería hidráulica II	1
Investigación de tesis I	8
<u>Tercer semestre</u>	<u>15</u>
Curso Optativo 1	3
Curso Optativo 2	3
Seminario de ingeniería hidráulica III	1
Investigación de Tesis II	8
<u>Cuarto semestre</u>	<u>14</u>
Curso Optativo 3	3
Curso Optativo 4	3
Investigación de Tesis III	8
<u>Quinto semestre</u>	<u>6</u>
Defensa de tesis	6
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>66</b>

## ANEXO A.2

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA PROFESIONAL EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

<b>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer semestre</u>	<u>13</u>
Procesos hidrológicos y modelos de cuencas	3
Dinámica de fluidos	3
Hidráulica avanzada de canales abiertos	3
Morfología y dinámica fluvial	3
Seminario de ingeniería hidráulica	1
<u>Segundo semestre</u>	<u>15</u>
Aprovechamiento y gestión del recurso hídrico	3
Hidráulica computacional	3
Flujo a presión	3
Seminario de ingeniería hidráulica II	1
Taller de ingeniería hidráulica I	5
<u>Tercer semestre</u>	<u>18</u>
Curso Optativo 1	3
Curso Optativo 2	3
Curso Optativo 3	3
Curso Optativo 4	3
Seminario de ingeniería hidráulica III	1
Taller de ingeniería hidráulica II	5
<u>Cuarto semestre</u>	<u>17</u>
Curso Optativo 5	3
Curso Optativo 6	3
Curso Optativo 7	3
Curso Optativo 8	3
Taller de ingeniería hidráulica III	5
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>63</b>

Lista de optativas (de 3 créditos):

Ingeniería hidrológica  
Hidrología estadística y estocástica  
Hidráulica de represas  
Obras de captación y conducción  
Transitorios hidráulicos  
Diseño de redes de distribución  
Diseño de redes de alcantarillado  
Transporte de sedimentos  
Modelos morfológicos  
Diseño de obras fluviales  
Hidráulica marítima  
Diseño de obras costeras

**ANEXO B**

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO B

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

#### ***Cursos comunes para las dos modalidades***

Nombre del curso: Procesos hidrológicos y modelos de cuencas

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para la comprensión de los procesos hidrológicos y para su modelado, de acuerdo con el nivel de información disponible.

Contenido temático del curso:

- El ciclo hidrológico
- Procesos hidrológicos
- Modelado hidrológico
- Modelado de sistemas complejos agregados
- Modelado de sistemas complejos distribuidos
- Modelado de eventos
- Modelado de simulación continua
- Validación y calibración de modelos hidrológicos
- Manejo de error y la incertidumbre
- Modelado hidrológico en cuencas con poca información
- Cambio climático y predicciones hidrológicas

Nombre del curso: Dinámica de fluidos

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Tratar temas avanzados de la dinámica de los fluidos para un mayor entendimiento de los estudiantes de los diferentes fenómenos en Mecánica de Fluidos.

Contenido temático del curso:

- Ecuaciones fundamentales del flujo
- Clasificación de flujos
- Principio de conservación de masa
- Principio de energía
- Principio de cantidad de movimiento
- Flujos externos
- Flujo potencial unidimensional, bidimensional y tridimensional

- Flujo real
- Modelado en dinámica de fluidos

Nombre del curso: Hidráulica avanzada de canales abiertos

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes los conceptos avanzados en hidráulica de canales abiertos, su análisis y modelado numérico.

Contenido temático del curso:

- Ecuaciones fundamentales del flujo permanente
- Flujo espacialmente variado
- Flujo rápidamente variado
- Flujo no permanente
- Esquemas numéricos para la solución de flujo a canal abierto
- Flujo en dos fases
- Intrusión de aire
- Transiciones subcríticas y supercríticas
- Ondas de choque
- Confluencias, bifurcaciones y curvas
- Modelado hidráulico

Nombre del curso: Morfología y dinámica fluvial

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes los conceptos de morfología fluvial y sus procesos.

Contenido temático del curso:

- Clasificación básica de los ríos
- Hidrología fluvial
- Formas en plantas de los ríos
- Tipos de formas de cauces de ríos
- Producción de sedimento en cuencas
- Erosión hídrica en cuencas y producción de sedimentos
- Descripción y clasificación morfológica de ríos
- Principios de transporte de sedimentos
- Leyes de equilibrio y régimen fluvial
- Comportamiento hidráulico de estuarios y humedales



Nombre del curso: Aprovechamiento y gestión del recurso hídrico

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes los conocimientos requeridos para el aprovechamiento y gestión sostenible del recurso hídrico.

Contenido temático del curso:

- El recurso hídrico en el mundo
- Usos del recurso hídrico
- Sistemas de aprovechamiento de los recursos hídricos según sus usos
- Análisis y operación de sistemas de recursos hídricos (técnicas de optimización: programación lineal, programación dinámica, entre otras)
- Aspectos ambientales para el aprovechamiento (caudal ecológico, entre otros)
- Amenaza, riesgo y control de inundaciones

Nombre del curso: Hidráulica computacional

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para un adecuado modelado hidráulico de los problemas en canales a superficie libre.

Contenido temático del curso:

- Ecuaciones básicas de la mecánica de fluidos
- Aproximaciones unidimensionales
- Esquemas en diferencias finitas
- Métodos explícitos e implícitos clásicos
- Métodos explícitos e implícitos basados en la descomposición de flujo
- Modelado de redes de canales
- Problema de Riemann
- Método de las características
- Condiciones de contorno

Nombre del curso: Flujo a presión

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Diseñar sistemas de conducción en flujo a presión.

Contenido temático del curso:

- Planificación económica

- Optimización de sistemas de tuberías
- Pérdidas de energía
- Flujo de dos fases
- Cavitación
- Intrusión de aire
- Tuberías, adaptadores y accesorios
- Sistemas de bombeo
- Cargas externas
- Esfuerzos secundarios
- Flujo no permanente: introducción y ecuaciones fundamentales

Nombre del curso: Seminario de Ingeniería Hidráulica I, II y III

Número de créditos: 1 (cada seminario)

Objetivo general del curso:

El objetivo de este curso es discutir los problemas nacionales e internacionales relacionados con la ingeniería hidráulica así como su estado del arte.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de discusión elegido por la Comisión de Estudios de Posgrado en Ingeniería Civil

### ***Cursos optativos***

Nombre del curso: Ingeniería hidrológica

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el análisis y diseño hidrológicos de los diferentes tipos de obras hidráulicas

Contenido temático del curso:

- El ciclo hidrológico
- Mediciones hidrológicas
- Hidrología urbana
- Modelado de eventos
- Tránsito agregado de crecientes
- Tránsito distribuido de crecientes
- Tránsito de onda cinemática
- Estimación de eventos extremos
- Tormentas de diseño
- Crecientes de diseño

Nombre del curso: Hidrología estadística y estocástica

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el manejo probabilístico de la información hidrológica y la realización de análisis hidrológicos con escasa información mediante modelos estocásticos.

Contenido temático del curso:

- Probabilidad y estadística en hidrología
- Análisis de frecuencias
- Conceptos de series de tiempo
- Importancia y usos de simulación estocástica en recursos hídricos
- Caracterización estocástica de datos hidrológicos  $f$
- Análisis estocástico de series de tiempo
- Simulación de series hidrológicas anuales
- Modelos estocásticos periódicos
- Simulación de datos mensuales
- Modelos estocásticos multivariados
- Modelado de sistemas complejos: conceptos de agregación y desagregación
- Pronóstico a mediano y largo plazo de caudales

Nombre del curso: Hidráulica de represas

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el diseño hidráulico de represas.

Contenido temático del curso:

- Esquema de aprovechamiento de recursos hídricos
- Criterios de diseño
- Generalidades de embalses y represas
- Obras de desvío
- Represas de materiales sueltos
- Represas de concreto
- Represas mixtas
- Obras de excedencia
- Cavitación e inclusión de aire
- Disipación de energía
- Consideraciones ambientales
- Instrumentación y vigilancia de represas

Nombre del curso: Obras de captación y conducción

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el diseño hidráulico de obras de captación y de conducción.

Contenido temático del curso:

- Tipos de captaciones de agua
- Hidráulica de captaciones
- Captaciones laterales
- Captaciones de fondo
- Captaciones diferenciales
- Captaciones de aguas subterráneas
- Estructuras de sedimentación
- Estructuras de medición de caudales
- Conducciones a superficie libre
- Conducciones a presión
- Túneles de conducción
- Compuertas, válvulas y demanda de aire
- Descargas de fondo

Nombre del curso: Transitorios hidráulicos

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el análisis y control de transitorios hidráulicos en sistemas a presión.

Contenido temático del curso:

- Generalidades del flujo transitorio
- Cambios de presión producto de cambios de velocidad
- Celeridad de la onda
- Propagación y reflexión de las ondas de presión
- Flujo transitorio ocasionado por maquinaria hidráulica
- Ecuaciones gobernantes
- Solución de las ecuaciones gobernantes
- Dispositivos de control
- Tanque de oscilación o chimenea de equilibrio

Nombre del curso: Diseño de redes de distribución

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación necesaria para el diseño de redes de distribución de agua.

Contenido temático del curso:

- Determinación de la demanda y caudales de diseño
- Almacenamiento de agua
- Modelos de pronóstico de demandas
- Modelado redes de distribución (abiertas, cerradas y mixtas)
- Diseño de redes de distribución (abiertas, cerradas y mixtas)
- Bombeo en redes de distribución
- Flujo transitorio en redes de distribución
- Accesorios en redes de distribución
- Instrumentación y medición
- Consideraciones ambientales y características físico-químicas del agua potable
- Operación y mantenimiento de un sistema de distribución de agua potable

Nombre del curso: Diseño de redes de alcantarillado

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Proporcionar a los estudiantes la formación para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado.

Contenido temático del curso:

- Diseño de sistemas de alcantarillado pluvial
- Obras de retención y de detención
- Diseño de sistemas de alcantarillado de aguas residuales
- Drenaje urbano sostenible
- Diseño de sistemas de drenaje para carreteras
- Diseño de alcantarillas y estructuras de disipación
- Calidad de las aguas en el entorno urbano
- Reutilización y tratamiento de las aguas

Nombre del curso: Transporte de sedimentos

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación relacionada con el transporte de sedimentos y sus fenómenos

Contenido temático del curso:

- Caracterización y clasificación de sedimentos
- Perfiles de velocidad y sedimentos
- Medición y muestreo de sedimentos
- Umbral del movimiento
- Formas de fondo
- Resistencia al flujo
- Capacidad de transporte
- Sedimentación en ríos y embalses

Nombre del curso: Modelos morfológicos

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Estudiar los diferentes enfoques para el análisis morfológico de ríos y analizar las herramientas existentes para pronosticar los posibles cambios que se puedan presentar en los mismos.

Contenido temático del curso:

- Fundamentos de morfología fluvial
- Dinámica fluvial
- Continuidad del sedimento
- Análisis de inestabilidad vertical de cauces
- Análisis de inestabilidad lateral de cauces
- Estimación de la respuesta dinámica del río
- Modelado matemático y físico

Nombre del curso: Diseño de obras fluviales

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes diferentes metodologías para el diseño de obras en ríos, tanto para el análisis y diseño, como para pronosticar los posibles impactos para identificar las medidas de mitigación.

Contenido temático del curso:

- Principio de ingeniería fluvial
- Obras de estabilización
- Obras de encauzamiento
- Obras de protección (laterales y transversales)
- Diseño hidráulico de puentes
- Obras de protección contra la socavación
- Impactos morfológicos y ambientales de las obras fluviales

Nombre del curso: Hidráulica marítima

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Introducir a los estudiantes al ámbito de aplicación de la ingeniería marítima, su base teórica y parámetros fundamentales.

Contenido temático del curso:

- Introducción a la ingeniería marítima
- Clasificación de ondas
- Análisis estadístico y espectral de oleaje
- Teoría lineal
- Transformación de oleaje

Nombre del curso: Diseño de obras costeras

Número de créditos: 3

Objetivo general del curso:

Brindar a los estudiantes la formación para el diseño funcional y estructural de obras de protección costera, mediante la aplicación de formulaciones empíricas actuales.

Contenido temático del curso:

- Introducción (tipología e obras costeras)
- Régimen extremal de oleaje
- Diseño funcional (Run up, Run down)
- Diseño estructural
- Dique vertical
- Dique en talud
- Dique mixto
- Espaldón
- Protección adicional contra socavación

### ***Cursos de la modalidad académica***

Nombre del curso: Investigación de Tesis I

Número de créditos: 8

Objetivo general:

El estudiante debe proponer un tema de tesis, recopilar la bibliografía, definir la metodología de trabajo, formular el proyecto de tesis e iniciar la obtención de los datos necesarios para su investigación.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación de Tesis II

Número de créditos: 8

Objetivo general:

El estudiante debe demostrar al Comité Asesor, mediante la presentación del proyecto, que ha habido un avance notable en el trabajo de investigación y concluir con la obtención de los datos requeridos para culminar su trabajo de tesis.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Investigación de Tesis III

Número de créditos: 8

Objetivo general:

El estudiante debe demostrar al Comité Asesor, mediante la presentación del proyecto, que ha habido un avance notable en el trabajo de investigación y concluir con la obtención de los datos requeridos para culminar su trabajo de tesis.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Defensa de Tesis

Número de créditos: 6

Objetivo general:

Finalizar la redacción de la tesis, someterla al Comité Asesor y defenderla ante el Tribunal Examinador.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante



### ***Cursos de la modalidad profesional***

Nombre del curso: Taller de Ingeniería Hidráulica I

Número de créditos: 5

Objetivo general:

Preparar la propuesta de ejecución de un proyecto de ingeniería hidráulica que sea completo en todas sus fases: investigación de campo y de laboratorio, modelación, diseño y construcción o implementación.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Taller de Ingeniería Hidráulica II

Número de créditos: 5

Objetivo general:

Realizar la investigación de campo o laboratorio según su conveniencia, viabilidad y necesidad así como la instrumentación del modelo analítico del proyecto según los alcances considerados como necesarios e indispensables.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

Nombre del curso: Taller de Ingeniería Hidráulica III

Número de créditos: 5

Objetivo general:

- Diseñar y construir o implementar el proyecto.
- Presentar un informe escrito y oral del proyecto ante un tribunal evaluador.

Contenido temático:

Se establecerán conforme al tema de investigación elegido por cada estudiante.

**ANEXO C**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

## ANEXO C

### PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

#### CURSO

#### PROFESOR

Procesos hidrológicos y modelos de cuencas	Hugo Hidalgo León
Dinámica de fluidos	Henry Alfaro Chavarría
Hidráulica avanzada de canales abiertos	Gravin Mayorga Jiménez
Morfología y dinámica fluvial	José Porras Velásquez
Seminario de ingeniería hidráulica I	Rubén Salas Pereira
Aprovechamiento y gestión del recurso hídrico	Georges Govaere Vicarioli
Hidráulica computacional	Alberto Serrano Pacheco
Flujo a presión	Rafael Murillo Muñoz
Seminario de ingeniería hidráulica II	Rubén Salas Pereira
Seminario de ingeniería hidráulica III	Guillermo Loría Salazar
<b><i>Cursos de la modalidad académica</i></b>	
Investigación de tesis I	Según el profesor
Investigación de Tesis II	Según el profesor
Investigación de Tesis III	Según el profesor
<b><i>Cursos de la modalidad profesional</i></b>	
Taller de ingeniería hidráulica I	Guillermo Loría Salazar
Taller de ingeniería hidráulica II	William Vargas Monge
Taller de ingeniería hidráulica III	William Vargas Monge
<b><i>Cursos optativos</i></b>	
Ingeniería hidrológica	José Porras Velásquez
Hidrología estadística y estocástica	Hugo Hidalgo León
Hidráulica de represas	Gravin Mayorga Jiménez
Obras de captación y conducción	Roy Barboza Sequeira

## **CURSO**

Transitorios hidráulicos  
Diseño de redes de distribución  
Diseño de redes de alcantarillado  
Transporte de sedimentos  
Modelos morfológicos  
Diseño de obras fluviales  
Hidráulica marítima  
Diseño de obras costeras

## **PROFESOR**

Alberto Serrano Pacheco  
Roy Barboza Sequeira  
Rafael Murillo Muñoz  
Alejandro Navas Carro  
Víctor Schmidt Díaz  
Alejandro Navas Carro  
Georges Govaere Vicarioli  
Henry Alfaro Chavarría

**ANEXO D**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS  
GRADOS ACADÉMICOS**

## ANEXO D

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **HENRY ALFARO CHAVARRÍA**

Maestría en Ingeniería de Costas y Puertos. Universidad de Cantabria, España.

#### **ROY BARBOZA SEQUEIRA**

Maestría en Saneamiento Ambiental, Universidad de Gante, Bélgica.

#### **GEORGES GOVAERE VICARIOLI**

Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

#### **HUGO HIDALGO LEÓN**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de California, Los Ángeles, Estados Unidos de América.

#### **GUILLERMO LORÍA SALAZAR**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Nevada, Estados Unidos de América.

#### **GRAVIN MAYORGA JIMÉNEZ**

Maestría en Desarrollo de Recursos de Aguas y Tierras, opción Obras Hidráulicas. Universidad de Los Andes, Venezuela.

#### **RAFAEL MURILLO MUÑOZ**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Manitoba, Canadá. Maestría en Ingeniería Hidráulica y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas, Instituto Internacional para la Ingeniería Hidráulica, Ambiental y de Infraestructura, Delft, Países Bajos.

#### **ALEJANDRO NAVAS CARRO**

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

**JOSÉ PORRAS VELÁSQUEZ**

Doctorado en Ingeniería, Universidad Técnica de Múnich, Alemania.

**RUBÉN SALAS PEREIRA**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos de América.

**VÍCTOR SCHMIDT DÍAZ**

Doctorado en Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural, Universidad Politécnica de Cataluña, España.

**ALBERTO SERRANO PACHECO**

Doctorado en Mecánica de Fluidos, Universidad de Zaragoza, España. Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos, Universidad de Zaragoza, España.

**WILLIAM VARGAS MONGE**

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Tokio, Japón.



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES



UNED  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA