

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación para la Educación Superior

DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACION DEL
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE LA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



MSc. Alexander Cox Alvarado
División Académica

OPES ; no.19 -2014

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DEL DOCTORADO EN INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



MSc. Alexander Cox Alvarado
División Académica

OPES ; no. 19-2014

378.728.6
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la propuesta de creación del doctorado en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica / Alexander Cox Alvarado. - San José, C.R. : CONARE - OPES, 2014.
37 p. ; 28 cm. - (OPES ; no. 19-2014).

ISBN 978-9977-77-111-3

1. INGENIERÍA 2. DOCTORADO UNIVERSITARIO 3. OFERTA ACADÉMICA
4. EDUCACIÓN SUPERIOR. 5. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 6. INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. I. Título. II. Serie.

EBV



Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES ; no.19-2014) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación del Doctorado en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el MSc. Alexander Cox Alvarado, Investigador 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 22-2014, artículo 5, inciso 1, celebrada el 2 de setiembre de 2014.



Gastón Baudrit Ruiz
Director a.i OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DEL DOCTORADO EN
INGENIERÍA DE LA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

Índice

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. Desarrollo académico del campo del Doctorado propuesto	5
5. Propósitos del posgrado	9
6. Perfil académico-profesional	10
7. Requisitos de ingreso	12
8. Requisitos de graduación	13
9. Listado de las actividades académicas del posgrado	14
10. Descripción de las actividades académicas del posgrado	14
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	14
12. Autorización de la Unidad académica para impartir posgrados	15
13. Conclusiones	16
14. Recomendaciones	16
Anexo A: Listado de actividades académicas del Doctorado académico en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica	17
Anexo B: Programas de las actividades académicas del Doctorado Académico en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica	19
Anexo C: Profesores de las actividades académicas del Doctorado académico en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica	25
Anexo D: Profesores de las actividades académicas del Doctorado académico en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica	27
Anexo E: Puntajes de las unidades académicas base del Doctorado académico en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica	32

1. Introducción

La solicitud para impartir de forma conjunta el Doctorado Académico en Ingeniería en la Universidad de Costa Rica (UCR) y en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) fue enviada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UCR, Dr. Hening Jensen Pennington y el señor Rector del ITCR, Dr. Julio César Calvo Alvarado, en las notas R-4922-2014 y SCI-475-2014, respectivamente, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹.

El CONARE, en las sesiones 17-2014 y 19-2014, 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 los Lineamientos mencionados, los cuales señalan los siguientes temas, que serán la base del estudio realizado por la OPES para autorizar los programas de posgrado propuestos:

- Datos generales
- 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 y de permanencia
- 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.
- Autorización para impartir posgrados

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

2. Datos generales

Las unidades académicas base del Doctorado Académico en Ingeniería serán las siguientes:

- De parte de la Universidad de Costa Rica, la Facultad de Ingeniería.
- De parte del Instituto Tecnológico de Costa Rica, las escuelas de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería en Construcción, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ingeniería Agrícola, Ingeniería en Diseño Industrial, Ingeniería Electromecánica, Matemática y Física.

El Doctorado tendrá una duración de tres años y se impartirá mediante seis ciclos de dieciséis semanas cada uno, los cuales se ofrecerán dos al año. Se abrirá la matrícula cada año. Según las universidades proponentes, para el funcionamiento de este doctorado, se elaborará un convenio sobre el particular.

Se otorgará el diploma de Doctorado Académico en Ingeniería .

3. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica enviaron el siguiente resumen:

“Los estudios de doctorado académico en ingeniería se han convertido en una necesidad para impulsar el desarrollo económico y social en el país, respondiendo a las demandas de la nueva sociedad del conocimiento. Por ello, se ha planteado una estrategia de desarrollo nacional basada en la ciencia y la tecnología, con un fuerte énfasis en las tecnologías de la información y la comunicación, el desarrollo de nuevos materiales, la búsqueda de fuentes alternativas de energía y el desarrollo de la bio-ingeniería. Como uno de los responsables de llevar a cabo esta estrategia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) ha decidido concentrar su apoyo a la investigación en estas áreas, con el fin de insertar a Costa Rica dentro del escenario mundial científico y tecnológico. Además, tanto el sector empresarial, a través de la Coalición Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE), como el público por medio del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), pretenden precisamente aprovechar el establecimiento en el país de compañías de alta tecnología, ofreciéndoles más recurso humano que les permita atraer hacia Costa Rica sus operaciones de desarrollo e investigación. Estas estrategias planteadas en la *Estrategia Siglo XXI* persiguen transformar el aparato productivo nacional y hacerlo dar un salto cualitativo hacia una economía basada en el conocimiento.

Desde la década de los años 90 del siglo pasado, Costa Rica tiene una estrategia de desarrollo nacional que incorpora la ciencia y la tecnología al desarrollo de la economía del conocimiento y las nuevas tecnologías, mediante la atracción de inversión extranjera directa (IED). Si bien es cierto este tipo de inversión ha permitido generar nuevas fuentes de empleo para el talento nacional con formación científico-tecnológico, el entorno laboral actual presenta características que exigen aumentar el nivel educativo de la fuerza laboral nacional, particularmente en las áreas tecnológicas. De hecho, la “Organisation for Economic Cooperation and Development” (OECD) en un estudio detallado de los retos que enfrenta Costa Rica para dar este paso ha identificado la necesidad de aumentar sensiblemente y en el menor plazo posible el número de investigadores con grado de doctorado académico en las áreas de la ciencias naturales y la ingeniería, y así atender las crecientes demandas del sector productivo de alta tecnología. Es necesario apoyar la atracción de una inversión basada en la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), más no existe la oferta necesaria por parte de las universidades costarricenses para formar el perfil profesional demandado. Debe destacarse que esta formación deberá estar directamente vinculada con la investigación que se realiza en las universidades, y deberá además acercarse a los intereses de los distintos sectores de la sociedad. Por lo anteriormente señalado, la necesidad de contar con programas académicos de doctorado en ingeniería es una realidad que nos apremia.

[...]

Los factores que impulsan la creación de un programa de doctorado académico en ingeniería con influencia en la región centroamericana incluyen los siguientes aspectos:

1. El desarrollo científico y tecnológico alcanzado por la UCR y el ITCR, que permite a través del programa doctoral propuesto fortalecer su propósito de instituciones formadoras del talento nacional;
2. El desarrollo y grado de madurez de la economía basada en el conocimiento en el país, que con base en inversión extranjera directa crece a un ritmo sostenido, lo cual demanda profesionales capaces de liderar procesos de investigación científica y tecnológica;
3. La necesidad de incrementar capacidades en la generación de conocimiento en ciencia y tecnología, por su impacto en el desarrollo económico y social del país;
4. Las oportunidades que ofrece el mundo en el accionar del ITCR y la UCR con programas de estudios de posgrado, donde ya se tiene experiencia de internacionalización de servicios académicos a nivel de maestría y doctorado, basados en el prestigio que han alcanzado estas universidades en la región.

[...]

Dentro de los fines de las universidades se encuentran: contribuir con las transformaciones que la sociedad necesita para el logro del bien común, la generación de nuevo conocimiento por medio de la investigación, la formación de personal altamente calificado a través de la enseñanza, la prestación de servicios a la sociedad y la función ética que implica la crítica social. Estos cinco fines se encuentran estrechamente relacionados con el propósito primordial de todo programa doctoral, que se enfoca en formar especialistas capaces de generar nuevo conocimiento a través de investigación, en procesos que se vinculan con la docencia y las distintas formas de transferencia de conocimiento a los distintos sectores sociales.

Según el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014, la investigación y la innovación en la ingeniería contribuyen significativamente con la solución de problemas sociales y ambientales. Invertir en recursos humanos especializados en áreas de investigación y desarrollo dinamiza la economía, coadyuva con el combate efectivo de la pobreza y permite mejorar el accionar de las instituciones y organizaciones sociales. En dicho documento... se afirma que es estratégico apoyar la formación de investigadores científicos con grado académico doctoral, para impulsar las estrategias de cambio y reorientación de la economía del país hacia los sectores donde Costa Rica se perfila con un liderazgo tecnológico que atrae inversión.

En el estudio sobre desarrollo del talento humano realizado por Trejos y otros. se habla sobre la educación universitaria insuficiente que se tiene en Costa Rica (25% de la población), si la misma se compara con la de otros países referentes (Chile 55% e Irlanda 61%). Al mismo tiempo, en el país se ha dado una evolución del capital humano y un giro de IED, argumentos que apoyan la creación del programa doctoral propuesto.

Con respecto al rol de las universidades públicas en la formación de ingenieros a nivel nacional, en el Informe Estado de la Educación se indica que las universidades del país han concentrado su oferta académica en las áreas de ciencias sociales, educación y ciencias económicas (58% del total) y sólo un 9,1% de la oferta es en ingeniería. El 93,8% de los programas de maestría en ingenierías y ciencias básicas, claves para el desarrollo científico y tecnológico, están concentradas en las universidades públicas. Adicionalmente, solamente un 1,8% de la oferta de universidades públicas del país es en programas doctorales, y únicamente el énfasis en tecnologías electrónicas del programa interuniversitario Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (DOCINADE, ITCR-UNA-UNED) y el Doctorado en Computación e Informática (UCR) están relacionados directamente con ramas de la ingeniería. Por lo tanto, el programa interuniversitario de doctorado académico en ingeniería colaborará con la diversificación de la oferta, haciendo su aporte en estudios de más alto nivel académico en ramas tecnológicas.

Hasta la fecha, la demanda de doctores en ingeniería ha sido cubierta con personas que han estudiado en el extranjero, pues no ha existido en el país ninguna oferta académica equivalente. Sin embargo, esta estrategia es insuficiente para cubrir las necesidades actuales, ya que el crecimiento del sector productivo de base científico-tecnológica en el país y la presión de los mercados internacionales para producir tecnología endémica que promueva productos y servicios competitivos son mucho mayores. En el Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal se recalca que a pesar del liderazgo de Costa Rica en la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en la región de Centroamérica y el Caribe, los cambios vertiginosos de los mercados globales obligan a la identificación de espacios para desarrollar conocimientos que generen ventajas en la economía mundial. El programa de doctorado académico en ingeniería ofrece el espacio necesario para generar conocimiento y transferirlo a distintos sectores sociales que lo requieran. Este programa contribuye a consolidar la investigación orientada hacia la innovación que solucione problemas reales... El programa propuesto no solo es interdisciplinario, agrupando las diversas ramas de la ingeniería, sino que además es interuniversitario, lo que potencia las fortalezas de las universidades participantes: el ITCR y la UCR.

De acuerdo con el Instituto de Estadísticas de la Unesco en Costa Rica, durante 2008, el 70% de la investigación y desarrollo experimental lo llevaban a cabo profesionales sin título de doctorado. Aún más preocupante, la cifra de investigadores que ostentaban el título de doctorado disminuyó de 26,4% en el 2005 al 15.6% en el 2008.

El 90% de la inversión extranjera directa va hacia la industria de alta tecnología en la Gran Área Metropolitana (GAM), con un 30% del crecimiento del empleo industrial. El 36% de las exportaciones son de productos diferenciados, entre los que se incluyen productos y servicios de base científica (Costa Rica es el primer exportador de tecnologías de información en América Latina y ocupa el segundo lugar en exportaciones de dispositivos médicos y de software) .

Lo anterior pone en evidencia la necesidad de incrementar la cantidad y calidad del capital humano de base científica, con el grado académico de doctorado, que potencie las capacidades en investigación.

[...]

En conclusión, el plan de estudios del programa interuniversitario de Doctorado Académico en Ingeniería es necesario para poder mantener el crecimiento de la economía basada en conocimiento que experimenta actualmente el país. La carencia actual de un programa a este nivel ha sido expuesta en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014, los informes de la Estrategia Siglo XXI, el Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal, y otros más. La creciente demanda de personal altamente calificado para el liderazgo de procesos de investigación en las ramas de la ingeniería, evidenciado en estudios de CINDE e INCAE no puede ser atendida únicamente con el flujo de personas graduadas en el extranjero, que ha sido el modelo predominante hasta el momento, sino que requiere de los procesos doctorales de investigación a nivel local, directamente ligados al sector productivo. Tanto la UCR como el ITCR están capacitados para operar dichos procesos de investigación, que a su vez permitirán una vinculación directa de ambas universidades con el sector productivo y demás sectores de la sociedad. El plan de estudios propuesto es entonces relevante y urgente para el país, y está alineado con las políticas y ordenamientos de ambas universidades. Asimismo, las dos instituciones beneméritas de la educación superior y la cultura tienen amplia experiencia en la gestión de programas de postgrado a nivel de maestría y doctorado, en proyectos de investigación y en interacción internacional que aseguran el funcionamiento exitoso del programa doctoral en ingeniería.”²

4. Desarrollo académico en el campo del Doctorado propuesto

La Universidad de Costa Rica y en el Instituto Tecnológico de Costa Rica enviaron el siguiente resumen sobre el desarrollo académico de ambas instituciones en el campo del Doctorado propuesto:

“Con los programas de maestría en diversas ramas de la ingeniería, el ITCR y la UCR han contribuido con el desarrollo académico y profesional de los países de la región latinoamericana. La población de graduados de estos programas provee los potenciales candidatos del doctorado académico en ingeniería.

Se estima que con las capacidades de la UCR y del ITCR, un programa doctoral puede graduar anualmente entre 5 y 15 doctores en ingeniería en su etapa inicial. Los candidatos provendrán de los programas de maestría en las ramas de ingeniería, que constituyen una población potencial de ingreso al programa de aproximadamente 1500 candidatos...

Ambas instituciones a cargo de este doctorado (ITCR y UCR) han acumulado experiencia, desarrollado y capacidades para sustentar programas de estudios de posgrado en áreas de ciencia y tecnología.

[...]

Actualmente el ITCR y la UCR cuentan con doctores especialistas en diversas ramas de la ingeniería graduados en Alemania, Argentina, Canadá, España, Estados Unidos, Italia, Japón, Taiwán, entre otros países, con especialidades en el área de microelectrónica, sistemas micro-electromecánicos, integridad de señales, microondas, control avanzado, procesamiento de señales y de imágenes, reconocimiento de patrones, bases de datos, supercomputación, simulación y modelado, energías alternativas, aplicaciones de plasma, transferencia de calor, biomateriales, entre otras, con publicaciones en congresos y revistas de impacto y desarrollan su labor en los distintos laboratorios y centros de investigación de sus universidades.

El programa interinstitucional de Doctorado Académico en Ingeniería que propone la UCR y el ITCR constituye un espacio interdisciplinario de articulación en torno a temáticas de interés estratégico para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país. El trabajo cooperativo y complementario que se fomentará en el programa, permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos institucionales y fortalecerá la incidencia y el liderazgo de ambas instituciones como casas de enseñanza de educación superior, comprometidas con la producción de conocimiento, socialmente pertinente, y la construcción de estrategias metodológicas e instrumentos para el desarrollo.

La búsqueda de soluciones a problemas reales del sector productivo permite a los grupos de trabajo ligados a los programas de doctorado a producir propiedad intelectual que pueda ser protegida y explotada por las universidades. Por este motivo el Doctorado Académico en Ingeniería se relacionará estrechamente con entes del ITCR como el Centro de Vinculación Universidad - Empresa, el Centro de Incubación de Empresas y el Centro de Investigación en Administración, Economía y Gestión Tecnológica (CIADEG - ITCR). Además habrá un vínculo estrecho con entes de la UCR como la Vicerrectoría de Investigación, la Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (PROINNOVA), la Dirección de la Gestión de la Investigación, la Agencia Universitaria de Generación y Aceleración de Empresas y Entidades Intensivas en Conocimiento (AUGE), entre otros.

Dimensión interna de la UCR

La Universidad de Costa Rica tiene por mandato contribuir con las transformaciones que la sociedad necesita para el logro del bien común, mediante una política dirigida a la consecución de una justicia social, de equidad, de desarrollo integral, de la libertad plena y de la total independencia de nuestro pueblo. Como institución autónoma de educación superior, la Universidad de Costa Rica está constituida por una comunidad de profesores, estudiantes y

funcionarios administrativos, dedicados a la enseñanza, la investigación, la acción social, el estudio, la meditación, la creación artística y la difusión del conocimiento.

El programa de doctorado que se propone busca formar investigadores en las diversas áreas de la ingeniería, que sean capaces de generar nuevos conocimientos en forma independiente y de buscar soluciones a los problemas de mayor repercusión humana, dentro de un marco científico sólido y ético, contribuyendo así a los principios que rigen a la Universidad de Costa Rica. Es decir, es un programa que propiciará el avance del conocimiento en su máxima expresión y responderá, de manera efectiva, a las necesidades que genera el desarrollo integral de la sociedad.

El Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) de la Universidad de Costa Rica se formó en el año 1975. A lo largo de sus 38 años de existencia el sistema ha desarrollado programas de proyección centroamericana, de carácter inter- o multidisciplinarios, además de otros de naturaleza interinstitucional. A la fecha el SEP ofrece 10 programas de doctorado y más de 309 planes de estudio a nivel de posgrado. En el área de ingeniería la UCR ofrece actualmente el programa de Doctorado Académico en Computación e Informática, 8 programas de Maestría Académica con 9 planes de estudio, así como 14 programas de Maestría Profesional con 20 planes de estudio. A lo largo de su existencia los programas de posgrado en Ingeniería de la UCR han graduado a más de 900 profesionales, quienes se han incorporado al sector productivo nacional y han contribuido a la actualización, generación y creación de conocimientos innovadores, pertinentes, con responsabilidad social y con rigor científico y humanístico.

La Facultad de Ingeniería cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo la investigación en los institutos y centros de investigación, las escuelas, los laboratorios y los programas de investigación. De igual manera, se cuenta con el personal idóneo, docentes e investigadores a nivel de doctorado, que serán parte del personal docente que aportará la UCR al Doctorado Académico en Ingeniería y que serán el vínculo directo de la infraestructura, los programas de investigación y las líneas de investigación con el Doctorado. Entre la infraestructura se puede mencionar el Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) que cuenta con los Laboratorios de Ingeniería Sísmica; de Productos Forestales; de Ingeniería Marítima y Fluvial; de Metrología, Normalización y Calidad; de Mecatrónica; el Programa de Investigaciones en Diseño y Construcción Sostenibles y la Revista de Ingeniería como medio de divulgación.

En la Escuela de Ingeniería Civil se cuenta con el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), el Laboratorio de Ingeniería Ambiental, el Laboratorio de Hidráulica y el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible. Dentro del Lanamme UCR se cuenta además con los laboratorios de Infraestructura Civil (geotécnica y estructuras), de Infraestructura Vial y de Metrología, así como con los programas de Infraestructura de Transporte, de Ingeniería Sísmica y Gestión de Riesgos Naturales, de Ingeniería Estructural y de Ingeniería Geotécnica.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica posee los laboratorios de Investigación en Fotónica y Tecnología Láser Aplicada, en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador, en Ingeniería Biomédica, en Fotónica no Lineal, en Reconocimiento de Patrones y Sistemas

Inteligentes, en Ingeniería de Control y en Robots Autónomos y Sistemas Cognitivos. La Escuela de Ingeniería Mecánica cuenta con los laboratorios de Termofluidos, de Materiales y de Metrología. La Escuela de Ingeniería Industrial posee laboratorios de Metrología, Ingeniería de Factores Humanos, Robótica y Termofluidos.

Toda esta infraestructura cuenta con equipamiento que es tecnología de punta y que está a la disposición de los docentes, investigadores y estudiantes con el fin de que contribuyan mediante la realización de proyectos a los tres ejes fundamentales de la UCR: la docencia, la investigación y la acción social.

[...]

La UCR cuenta por su parte con un programa de becas al exterior de posgrado que incentiva la obtención del grado de doctorado académico. Actualmente la UCR tiene más de 180 becados estudiando en universidades internacionales, de los cuales aproximadamente 110 están realizando estudios de posgrado.

Dimensión interna del ITCR

[...]

El ITCR inició a impartir los programas de posgrado al final de los años ochenta del siglo pasado, y logró posicionar la imagen de su oferta académica a nivel de maestría (académica y profesional) en el país. En 2005 el ITCR, en colaboración con otras universidades del país (UNA y UNED), abrió su primer programa doctoral de DOCINADE (Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo), al cual, en 2008, se adhirió el énfasis en Tecnologías Electrónicas Aplicadas, orientado a las ramas de ingeniería afines a la electrónica para solucionar problemas tecnológicos asociados con el desarrollo sostenible.

A lo largo de 25 años de experiencia y de maduración del programa centroamericano de maestría en computación (que ha graduado alrededor de 450 personas con el grado académico de Maestría en el país y en la región), de la experiencia con el DOCINADE (con más de 20 graduados desde sus inicios en 2005), así como otros programas de maestría en áreas tecnológicas, las unidades académicas del ITCR han acumulado los recursos (intelectuales, formales, materiales y administrativos) y el apoyo político necesarios para co-liderar en Costa Rica, con proyección regional, un programa de doctorado que tenga como base los estudios de maestría en áreas de la ingeniería.

La infraestructura necesaria para la investigación existe en los centros de investigación, las escuelas y los laboratorios y programas de investigación institucionales. Entre estos se pueden citar el Centro de Investigaciones en Computación (CIC), Centro de Investigación en Vivienda y Construcción (CIVCO), Centro de Investigación en Protección Ambiental (CIPA), Centro de Investigación y Extensión en Materiales (CIEMTEC), Programa y Laboratorio de Nanotecnología, el Programa eScience con sus laboratorios (incluyendo al Laboratorio de Media (mLab) y al Laboratorio de Visualización (iReal)), Laboratorio de Plasmas, Laboratorio de Sistemas Electrónicos para la Sostenibilidad (SESLab), Laboratorio de Investigaciones en Robótica y Automatización (LIRA), Laboratorio de Procesamiento de Señales e Imágenes (SIP-Lab), Laboratorio de Diseño de Circuitos Integrados (DCI-Lab), Laboratorio de Sistemas Flexible de Manufactura (SIMTEC), Laboratorio de Ergonomía (ergo.Tec), entre otros.

Los laboratorios cuentan con el equipamiento necesario para apoyar investigaciones de nivel doctoral, sin contar las alianzas estratégicas con universidades e institutos de investigación en el extranjero. Se cuenta con convenios de cooperación con universidades de Alemania, Argentina, Austria, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Malasia, México, Noruega, Perú, República Checa Suecia, Suiza y Taiwán, entre otros.

Por otra parte, además de las 13 personas que actualmente realizan estudios doctorales afines a la ingeniería en el exterior y las 11 personas que cursan el énfasis en tecnologías electrónicas en el DOCINADE, en el ITCR se han destinado fondos para preparar alrededor de 25 nuevos doctores en universidades de alto prestigio internacional.”³

Según las universidades proponentes, las líneas de investigación serán todas las ramas de investigación tecnológica asociadas con las Ingenierías; Aeronáutica, Agrícola, Ambiental, Civil, Eléctrica, Electrónica, Electromecánica, Física, Industrial, Matemática, Mecánica, Mecatrónica, en Computación, en Sistemas, en Computadores, en Construcción, en Diseño Industrial, en Mantenimiento Industrial, en Materiales, en Producción Industrial, Química, Topográfica y afines.

5. Propósitos del posgrado

Las universidades proponentes enviaron la siguiente información sobre los objetivos del Doctorado:

Objetivos:

- Desarrollar la relación efectiva entre el sector productivo y la universidad desde la perspectiva de una solución eficiente de los problemas reales del sector productivo y en el conocimiento aportado y lo generado por la universidad, por medio de su capital humano y tecnológico.
- Fomentar la investigación de alto nivel aplicada para conllevar a la innovación de procesos o productos que den respuesta a las necesidades nacionales y/o internacionales.
- Profundizar la formación del doctorando en el ámbito social, cultural y ético, relacionado los conocimientos aprendidos durante su formación científica con su compromiso con la sociedad.

6. Perfil académico-profesional

Lo siguiente es un extracto de lo presentado por las universidades proponentes en relación con el perfil académico-profesional:

“Área académica

El área académica del perfil académico-profesional delimita los rasgos que debe poseer un doctor en ingeniería en cuanto a su formación académica.

El graduado del programa de Doctorado Académico en Ingeniería es ante todo investigador, quien genera conocimiento original en un tema particular, asociado a una o varias ramas de la ingeniería. Como investigador en ingeniería su enfoque metodológico se dirige hacia las soluciones innovadoras de problemas que ayuden a incrementar el desarrollo tecnológico en su área de experiencia.

Dicho graduado, como experto, es capaz de profundizar en aspectos teóricos complejos y dominar el estado del arte sobre un tema particular, para proponer soluciones creativas y para evaluar la efectividad, eficiencia, factibilidad y aplicabilidad de cada solución innovadora al problema concreto en su contexto. Esto es posible por contar con extenso conocimiento canónico y estratégico en las áreas de especialización requeridas, que facilita el trabajo autónomo, lo cual incluye dominar metodologías de investigación adecuadas para atacar el problema particular.

En la búsqueda de soluciones, el graduado del programa doctoral sabe interactuar con la temática y los profesionales de otras ramas de la ingeniería, así como de las ciencias naturales y sociales, comprendiendo y complementando las diferentes metodologías de investigación, para así buscar la mejor solución a cada problema confrontado en su correspondiente contexto.

El graduado del programa de Doctorado Académico en Ingeniería está inmerso en un contexto internacional que incluye la interacción y participación en redes internacionales así como con contactos académicos expertos en el área permitiendo formar alianzas estratégicas. El graduado del programa posee habilidades para la comunicación, transferencia y disseminación de resultados y conocimientos en los medios utilizados por la comunidad internacional, la participación en la organización de congresos, seminarios y talleres internacionales, y la vinculación universidad-sector productivo internacional. Esta competencia incluye la capacidad de afrontar la diversidad cultural asociada a dichos contextos internacionales.

Área productiva

El área productiva del perfil académico profesional engloba aquellos rasgos necesarios para el desempeño del doctor en ingeniería en el sector productivo, como experto en los grupos de investigación.

El graduado del programa de Doctorado Académico en Ingeniería posee un alto grado de ligamen o interacción con el sector productivo llevándolo a conocer la realidad, deficiencias, etc. de este sector... Este ligamen se evidencia en su capacidad para resolver problemas e incre-

mentan su aporte en la productividad y la calidad de las organizaciones, brindando la capacidad de competir en mercados nacionales e internacionales.

El graduado de este Doctorado sabe gestionar proyectos de investigación en ingeniería, lo que implica desde la consecución de recursos para financiar su investigación por un lado, y la planeación del proyecto, la dirección/coordiación/manejo de los grupos de trabajo, la ejecución del proyecto, y la evaluación por otro, donde la meta de dichos proyectos es la generación de nuevo conocimiento y la innovación convertida en productos tangibles (productos o procesos) o intangibles (conocimiento).

Tanto en los aspectos técnicos de la investigación, como en aquellos administrativos, el doctor en ingeniería trabaja de forma autónoma, lo que implica una dependencia mínima de su director de tesis, buscando él mismo las mejores estrategias para la resolución de problemas y demuestra un compromiso constante con el desarrollo de nuevas ideas y procesos en donde aplica su conocimiento canónico y estratégico del contexto de la investigación.

El doctor en ingeniería es emprendedor, lo que implica que sabe identificar oportunidades, determinar alcances, evaluar riesgos e identificar limitaciones para aplicar los resultados de su investigación en la solución de problemas reales. Esto le permite su inserción directa en departamentos de investigación y desarrollo en el sector productivo, así como en la creación de empresas propias para transferir el conocimiento generado y potenciar aún más los resultados obtenidos con innovación.

El doctor en ingeniería además, sabe comunicarse de acuerdo a su audiencia: es capaz de transferir correctamente resultados complejos de procesos de investigación en su documento de tesis y en artículos científicos de alto factor de impacto. También sabe defender sus propuestas en congresos internacionales ante los expertos internacionales en su tema de investigación, pero adicionalmente es capaz de dictar charlas o publicar artículos de opinión y de divulgación de conocimiento científico y tecnológico a públicos no especializados. Por otro lado, sabe comunicarse asertivamente con sus equipos de trabajo, dirigir y explicar los procesos, métodos y desarrollos tecnológicos que deben realizarse para alcanzar soluciones a problemas complejos, particularmente cuando los miembros de su equipo de trabajo tengan menor preparación en la investigación.

Área personal y social

Es necesario que el perfil académico incluya rasgos de carácter personal, que le faciliten al doctorando la interacción en el contexto social de investigación en ingeniería.

El graduado del programa interuniversitario de Doctorado Académico en Ingeniería es líder, pues sabe conducir a su grupo de trabajo al éxito en la búsqueda de soluciones, sabe motivar al personal a su cargo y resolver conflictos cuando sea necesario, en aras de llevar a buen término los proyectos de investigación, desarrollo e innovación a su cargo.

Dicho graduado es ético y tiene compromiso social, cultural y ambiental, pues es consciente de que el dominio avanzado de conocimiento en ramas científico-tecnológicas tiene repercusiones directas e indirectas en la sociedad y en el ambiente, y por tanto debe conducir sus investiga-

ciones con responsabilidad moral, haciendo valer sus principios éticos para buscar el bien de la sociedad y prever posibles riesgos e impactos negativos.

Además, el doctor en ingeniería sabe trabajar en equipo, pues es consciente que la solución a problemas complejos de la sociedad moderna requiere la participación de múltiples actores en diversos grupos, y que su papel en estos grupos varía de acuerdo al contexto, necesitando liderarlos en algunos contextos, o participando en otros roles del equipo.

Debe ser capaz de evaluar y valorar el trabajo y experiencias desarrolladas durante toda su formación, tanto personal como en grupo, para remediar resultados adversos al esperado y saber encontrar el aprendizaje en todo hallazgo y resultado obtenido.

Como investigador en ciencia y tecnología, el graduado del programa es una persona crítica que analiza y evalúa la información disponible sobre un tema, cuestiona planteamientos existentes y persigue metodológicamente nuevas posturas coherentes con las realidades nacionales e internacionales.

Además, el graduado del programa de Doctorado Académico en Ingeniería es un profesional consciente de que el conocimiento no es estático, sino dinámico y cambiante, por lo cual reconoce la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida y se mantiene actualizado y abierto a los cambios y nuevas tendencias del conocimiento.”⁴

7. Requisitos de ingreso

Según la Universidad de Costa Rica y en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Poseer un Bachillerato o Licenciatura en Ingeniería o en carreras científicas afines como Matemáticas o Física.
- Poseer el grado académico de Maestría.
- Contar con experiencia en investigación.
- Disposición de al menos medio tiempo de dedicación.
- Dominio de la lengua española.
- Dominio del idioma inglés de al menos el nivel B1 en las cuatro destrezas, según referencia del Marco Común Europeo.
- La aceptación del candidato por parte de su futuro director de tesis. Este debe ser investigador activo del ITCR o UCR, y tener proyectos en la temática en la cual el candidato hará su proyecto de tesis. Se debe adjuntar el currículum vitae del profesor que dirigirá la tesis del candidato.

- Como prueba de elegibilidad para el proceso doctoral se puede realizar un examen de ubicación sobre conocimientos sobre temáticas que se consideren necesarias para el desarrollo del proyecto de tesis. Este examen podría determinar algunos cursos de nivelación que fueran necesarios para cada estudiante individualmente. Este examen queda a criterio de su director de tesis. Los requerimientos de cursos de nivelación no deberían de exceder al 30% de los créditos de una Maestría Académica. En casos particulares, estos requerimientos pueden ser llenados con cursos de otras universidades, siempre y cuando sean previamente aprobados por el Consejo Consultivo.
- Adicionalmente se incluyen otros requisitos que sean solicitados por las universidades proponentes de este Doctorado.

Se deberán cumplir con los demás requisitos de índole administrativa que señale el Doctorado. Según las universidades proponentes, “en casos justificados excepcionales, una persona que no cumpla con uno o más puntos señalados anteriormente, excepto el de poseer el grado académico de Maestría, puede ser admitido como candidato. Para esto el candidato deberá tener la aprobación de su director de proyecto doctoral y del Consejo Consultivo después de haber estudiado su caso. El Consejo Consultivo podría tomar la decisión de un procedimiento preliminar aplicado al caso particular. El candidato podría ser admitido con restricciones a cumplir con requerimientos adicionales”.

La permanencia en el Doctorado está determinada por lo que establece al respecto los reglamentos de la Universidad de Costa Rica y del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

8. 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 del informe final de la tesis doctoral. Además, los estudiantes deberán cumplir con los requisitos de índole administrativa que establezcan la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

9. Listado de las actividades académicas del posgrado

El listado de actividades académicas del Doctorado, presentado en el Anexo A, consta de sesenta créditos categorizados de la siguiente manera:

- Un curso de Investigación en Ingeniería de tres créditos.
- Un curso de desarrollo de proyectos de investigación de tres créditos.
- Cinco cursos de Investigación doctoral, de cuatro, diez, cinco, ocho y diez créditos, en ese orden.
- Una pasantía de cinco créditos.
- Un coloquio de investigación en Ingeniería, de dos créditos.
- El examen doctoral, con diez créditos.

Todas las normativas vigentes para el grado académico de Doctorado se cumplen.

10. Descripción de las actividades académicas del posgrado

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

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en un Doctorado son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Doctorado debidamente reconocido y equiparado.
- Los profesores deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo al posgrado.
- Al menos la mitad deberán ser investigadores activos y los demás deberán poseer una trayectoria comprobable y relevante en investigación.

Los futuros profesores de los cursos y los directores y tutores de la investigación de tesis del Doctorado en Ingeniería son los que se indican en el Anexo C. De los treinta académicos, veinte son investigadores activos y todos poseen experiencia en investigación.

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.

12. Autorización de las unidades académicas para impartir posgrados

Las unidades académicas base del Doctorado Académico en Ingeniería serán, como se estableció anteriormente, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y las escuelas de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería en Construcción, Ciencia e Ingeniería de Materiales, Agrícola, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Diseño Industrial, Matemática y Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Las escuelas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica están autorizadas todas excepto las de Ingeniería Agrícola e Ingeniería Topográfica. Del Instituto Tecnológico de Costa Rica no están autorizadas las escuelas de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Ingeniería en Diseño Industrial, Matemática y Física.

De acuerdo con los *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*, para impartir un posgrado, las unidades académicas responsables deben estar autorizadas para impartir posgrados. Si no lo están, como es el caso de las escuelas mencionadas en el párrafo anterior, deben enviar la siguiente información de cada uno de los docentes de las unidades académicas participantes que tengan nombramiento en propiedad para proceder a su valoración:

- El grado académico.
- La jornada laboral.
- Experiencia docente en Educación Superior.
- Idiomas que domina diferentes al español.

En los Cuadros N°1 a N° 6 del Anexo E se presenta esta información para cada escuela aún no autorizada junto con la puntuación que se otorga a cada uno de dichos aspectos. La puntuación total se resume a continuación, la cual se considera adecuada para ofrecer un programa de Doctorado.

<u>Escuela</u>	<u>Puntaje</u>
Ingeniería Agrícola (UCR)	89,9
Ingeniería Topográfica (UCR)	85,1
Ciencia e Ingeniería de Materiales (ITCR)	91,6
Ingeniería en Diseño Industrial (ITCR)	92,3
Matemática (ITCR)	93,1
Física (ITCR)	88,0

Según las instituciones proponentes, el Doctorado Académico en Ingeniería funcionará de la siguiente manera:

“En el caso de la UCR, la representación del Doctorado en Ingeniería tendrá como unidad base la Facultad de Ingeniería y consistirá en un Programa de Posgrado nuevo bajo la administración del Sistema de Estudios de Posgrado. En el caso del ITCR, el Doctorado funcionará bajo de la figura de un Área Académica de Doctorado en Ingeniería (AADI), que será creada según lo que define el Estatuto Orgánico de esta institución, y a la que pertenecerán las escuelas y áreas académicas que impartan carreras en ingeniería que estén dispuestas a participar. El AADI jerárquicamente se encuentra bajo la Dirección de Posgrado del ITCR.”

13. 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 documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹.

14. Recomendaciones

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

- Que se autorice a la Universidad de Costa Rica y al Instituto Tecnológico de Costa Rica para que impartan de forma conjunta el Doctorado Académico en Ingeniería .
- Que la Universidad de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.

1) Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013.
2, 3 y 4) Plan de estudios del programa interuniversitario Doctorado Académico en Ingeniería, Universidad de Costa Rica e Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014.

ANEXO A

**LISTADO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN INGENIERÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

ANEXO A

LISTADO DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

CICLO Y CURSO	CRÉDITOS
<u>Primer ciclo</u>	<u>10</u>
Investigación en Ingeniería	3
Investigación doctoral I	4
Desarrollo de proyectos de investigación	3
<u>Segundo ciclo</u>	<u>10</u>
Investigación doctoral II	10
<u>Tercer ciclo</u>	<u>10</u>
Investigación doctoral III	5
Pasantía	5
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>10</u>
Investigación doctoral IV	8
Coloquio de investigación en Ingeniería	2
<u>Quinto ciclo</u>	<u>10</u>
Investigación doctoral V	10
<u>Sexto ciclo</u>	<u>10</u>
Examen doctoral (Presentación de tesis)	10
<i>Total de créditos del Doctorado</i>	<i>60</i>

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

Nombre del curso: Investigación en Ingeniería

Créditos: 3

Objetivo:

Adquirir formación en el abordaje, diseño y aplicación de métodos de investigación en ingeniería, deductiva e inductiva, tanto cuantitativa como cualitativamente, teórica o aplicada, experimentalmente o por observación sistemática, directa o indirecta.

Temática resumida:

- Paradigmas de investigación
- Método de investigación y metodología en ingeniería
- Aplicación de teorías de investigación y principios metodológicos de resolución de problemas existentes
- Naturaleza del objeto de la investigación y el problema del método
- Investigación deductiva e inductiva, cualitativa, cuantitativa y mixta
- Métodos y herramientas
- El diseño de la investigación
- El diseño de experimentos

Nombre del curso: Investigación doctoral I

Créditos: 4

Objetivos:

- Desarrollar conocimientos, criterio y formación para la investigación en ingeniería y consecutivamente para la solución de problemas dependiendo de su campo de investigación.
- Desarrollar la formación necesaria para la formulación y divulgación de resultados por medio de artículos científicos en revistas especializadas dependiendo del área de ingeniería en que se desarrolle el doctorando.

Temática resumida:

Se desarrolla la propuesta de tema de tesis, fundamentada en un estudio preliminar del estado del arte.

Nombre del curso: Desarrollo de proyectos de investigación

Créditos: 3

Objetivos:

- Formular el proyecto de investigación en todas sus etapas y dar seguimiento al mismo.
- Establecer parámetros de control del proyecto y su métrica de evaluación del avance.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica del proyecto.

Temática resumida:

- Formulación de proyectos de investigación en las ramas de la ingeniería
- Factibilidad
- Estrategias para la consecución de recursos de investigación
- Métodos de evaluación de proyectos de investigación en ingeniería
- Gestión de inversión tecnológica
- Industria de la generación de conocimiento

Nombre del curso: Investigación Doctoral II

Créditos: 10

Objetivos:

- Profundizar conocimientos científicos en la investigación en ingeniería y el estado del arte en el tema de estudio del doctorando
- Preparar el primer artículo científico del doctorando.

Temática resumida:

Se consolidan aspectos metodológicos requeridos para el desarrollo del tema de tesis, lo que presupone el trabajo constante entre el director de tesis y el estudiante. Se profundiza en el estudio del estado del arte y se inicia el proceso de divulgación de conocimiento científico-tecnológico

Nombre del curso: Investigación Doctoral III

Créditos: 5

Objetivo:

Consolidar las habilidades y conocimientos en los temas del desarrollo de su tesis, así como en la presentación de resultados.

Temática resumida:

Se enfocará en los aspectos metodológicos concernientes a obtención de resultados de investigación en ingeniería. El estudiante deberá demostrar dominio del estado del arte de su tema de tesis particular y de la rama de ingeniería en la que realiza su investigación.

Nombre del curso: Pasantía

Créditos: 5

Objetivo:

Promover conocimiento de otra realidad académica diferente a la suya, y compartir con otros expertos sus avances en el tema de investigación e interactuar académicamente para considerar alternativas a las soluciones propuestas, y establecer de esta manera vínculos de cooperación académica.

Nombre del curso: Investigación Doctoral IV

Créditos: 8

Objetivos:

- Formular métodos experimentales concretos que lleven a resultados de acuerdo a los objetivos planteados.
- Aplicar metodologías de Optimización de resultados hacia la consecución de resultados específicos.

Temática resumida:

Esta fase se enfoca en obtener los resultados experimentales y de desarrollo tecnológico que sustenten el inicio de una segunda publicación y avanzar en la investigación del tema concreto de tesis

Nombre del curso: Coloquio de investigación en Ingeniería

Créditos: 2

Objetivos:

- Desarrollar habilidades de exposición frente una audiencia crítica (estudiantes o empresarios) acerca de los resultados obtenidos para una retroalimentación de su trabajo.
- Obtener una publicación oral y escrita de los avances de su proyecto.

Temática resumida:

Esta fase se enfoca en presentar de forma oral y escrita resultados experimentales y el desarrollo tecnológico obtenido durante su investigación doctoral. Se obtiene retroalimentación de las presentaciones del doctorando por parte de empresarios, académicos, etc. que le ayuden a mejorar en sus habilidades de diseño de documentos científicos y la exposición de resultados.

Nombre del curso: Investigación Doctoral V

Créditos: 10

Objetivos:

- Afinar las habilidades en relación a la investigación desarrollada y concluir los procesos de formación.
- Afinar las destrezas para la presentación de resultados escritos y orales.

Temática resumida:

Esta fase de enfocará en la obtención de resultados experimentales que validen las soluciones propuestas, así como la divulgación de dichos resultados.

Nombre del curso: Examen Doctoral (Presentación de tesis)

Créditos: 10

Objetivo:

Presentar y defender los resultados logrados en su proyecto doctoral.

Temática resumida:

Esta fase culmina el proceso doctoral presentando los resultados tanto impresos como en forma oral y además con la examen oral ante el tribunal de tesis.

Sobre el proceso de tesis doctoral

Todo el proceso doctoral está orientado a sustentar el documento de tesis. Los primeros cursos de Investigación Doctoral I y II se dedican a construir un estado del arte robusto en el tema concreto de tesis, así como de refinar la propuesta concreta de investigación de tesis. Al finalizar Investigación Doctoral III será evaluado el dominio del estado del arte del estudiante, que lo capacita para culminar el proceso de investigación que sustenta su tesis. Durante el segundo año se realizan los procesos experimentales y metodológicos que conducen a resultados medibles que alimenten la construcción de soluciones al problema que se procure solucionar. En el último año se afina la realización del documento de tesis. En todo el proceso se identifican etapas apropiadas para la publicación científica de resultados.

Se permiten dos modalidades de realización de tesis: si el estudiante logra posicionar al menos dos artículos en revistas indexadas de alto impacto, entonces se aceptará la modalidad de tesis resumida. Esta consiste en un resumen del trabajo doctoral con una introducción en donde se compara el estado del arte con el aporte de su proyecto y un capítulo de los resultados más importantes. En esta modalidad se escribe una guía conceptual que relacione las publicaciones realizadas y se anexan dichos artículos.

En la modalidad tradicional los resultados se describen en un documento que presenta el estado del arte, la solución propuesta y los resultados.

ANEXO C

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

ANEXO C

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

CURSO

PROFESOR

Investigación en Ingeniería I	Carmen Elena Madriz Quirós
Desarrollo de proyectos de investigación	Eldon Glen Caldwell Marín
Investigación doctoral I, II, III, IV y V	Director de tesis
Coloquio de investigación en Ingeniería	Director de tesis y tribunal evaluador
Examen doctoral (tesis)	Tribunal evaluador

ANEXO D

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL DOCTORADO ACADÉMICO EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

JOSÉ PABLO ALVARADO MOYA

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica de Renania del Norte-Westfalia, Aquisgrán, Alemania.

JOSE ENRIQUE ARAYA MONGE

Doctorado en Ciencias de la Computación, Universidad de Cornell, Nueva York, Estados Unidos de América.

ORLANDO ARRIETA OROZCO

Doctorado en Informática Industrial, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

EDUARDO CALDERÓN OBALDÍA

Doctorado en Sistemas Alternativos de Energía, Universidad Complutense de Madrid, España

ELDON GLEN CALDWELL MARÍN

Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Centro América

PEDRO CASANOVA TRETO

Doctorado en Ingeniería Agrícola, Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

JAIME CASCANTE VINDAS

Doctorado en Física Aplicada, Universidad de Valencia, España

ALFONSO CHACÓN RODRÍGUEZ

Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

BRUNO CHINÈ POLITO

Doctorado en Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Trieste, Italia

JUAN LUIS CRESPO MARIÑO

Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad de La Coruña, España

ADOLFO DI MARE HERING

Doctorado en Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Centro América.

JOSE ESTABAN DURÁN HERRERA

Doctorado en Ingeniería Química, Universidad de Columbia Británica, Canadá

GEORGES ANDRÉ GOVAERE VICARIOLI

Doctorado en Ingeniería Civil (Hidráulica), Universidad Nacional Autónoma de México

TEODOLITO GUILLÉN GIRÓN

Doctorado en Ingeniería Mecánica, Universidad de Siegen, Alemania

ISABEL GUZMÁN ARIAS

Bachillerato en Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional y Universidad Estatal a Distancia.

FRANLKIN HERNÁNDEZ CASTRO

Doctorado en Ciencias del Diseño, Universidad de Duisburg-Essen, Alemania.

JOSÉ LUIS LEÓN SALAZAR

Doctorado en Ingeniería Mecánica, Universidad Kun Shan, Taiwán, China

CARMEN ELENA MADRIZ QUIRÓS

Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad de Houston, Texas, Estados Unidos de América.

GEOVANNI MARTÍNEZ CASTILLO

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Hannover, Alemania

CARLOS MEZA BENAVIDES

Doctorado en Automatización Avanzada y Robótica, Universidad Politécnica de Calatunya, Barcelona, España.

MARTA ELENA MONTERO CALDERÓN

Doctorado en Tecnología de Alimentos, Universidad de Lleida, España

RAFAEL MURILLO MUÑOZ

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Manitoba, Canadá

RICARDO RADULOVICH RAMÍREZ

Doctorado en Ciencias de Suelos, Universidad de California, Estados Unidos de América

CARLOS ALONSO ROJAS ALVARADO

Doctorado en Biología, Universidad de Arkansas, Estados Unidos de América. Experiencia laboral en el Instituto de Investigaciones en Ingeniería de la Universidad de Costa Rica.

ALEJANDRA ROJAS GONZÁLEZ

Doctorado en Ingeniería Civil, Universidad de Puerto Rico.

ALBERTO SERRANO PACHECO

Doctorado en Ingeniería Mecánica, Universidad de Zaragoza, España

KATTIA SOLÍS RAMÍREZ

Doctorado en Ingeniería Agrícola, Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

BENITO STRADI GRANADOS

Doctorado en Ingeniería Química, Universidad Nuestra Señora del Lago, Indiana, Estados Unidos de América.

GUSTAVO ADOLFO VALVERDE MORA

Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de Manchester, Inglaterra

IVÁN VARGAS BLANCO

Doctorado en Física del Plasma y de la Fusión Nuclear, Universidad Complutense de Madrid, España

ANEXO E

**PUNTAJES DE LAS UNIDADES ACADÉMICAS BASE DEL DOCTORADO
ACADÉMICO EN INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Y DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

Cuadro N°1

Puntaje del personal docente de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Costa Rica. 2014

Nombre	<u>Formación</u>		<u>Dedicación</u>		<u>Experiencia</u>		<u>Idiomas</u>	
	grado	puntaje tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje	
José Francisco Aguilar Pereira	M.	90	½ TC	70	20	100	1	2
Daniel Baudrít Ruiz	M.	90	¼ TC	60	25	100	1	2
Carlos Benavides León	M.	90	¼ TC	60	25	100	1	2
Geovanni Carmona Villalobos	Lic.	80	¼ TC	60	25	100	1	2
Marta Montero Calderón	D.	100	½ TC	70	26	100	1	2
Ricardo Radulovich Ramírez	D.	100	TC	100	28	100	1	2
José R. Rojas Bolaños	M.	90	¼ TC	60	27	100	1	2
Edwin Solórzano Campos	M.	90	TC	100	26	100	1	2
Promedios		91,3		72,5		100,0		2,0
Puntaje total		89,9						

Cuadro N°2

Puntaje del personal docente de la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica. 2014

Nombre	<u>Formación</u>		<u>Dedicación</u>		<u>Experiencia</u>		<u>Idiomas</u>	
	grado	puntaje tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje	
David Aguilar Vargas	Lic.	80	½ TC	70	6	70	1	2
Juan Araque Skinner	M.	90	½ TC	70	31	100	1	2
Víctor Manuel Chinchilla Solano	Lic.	80	½ TC	70	22	100	0	0
Hannia Cubillo Vega	Lic.	80	¼ TC	60	25	100	1	2
Agustín Díaz Delgado	M.	90	¼ TC	60	13	100	1	2
Robert Laurent Sanabria	M.	90	½ TC	70	12	100	1	2
Ricardo Monge Garro	Lic.	80	¼ TC	60	8	85	1	2
Juan Antonio Picado Salvatierra	M.	90	TC	100	19	100	2	4
Ernesto Rodríguez Piña	Lic.	80	½ TC	70	22	100	1	2
Promedios		84,4		70,0		95,0		2,0
Puntaje total		85,1						

Cuadro N°3

Puntaje del personal docente de la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2014

Nombre	Formación		Dedicación	Experiencia		Idiomas		
	grado	puntaje	tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje
Franklin Hernández Castro	D.	100	TC	100	29	100	3	6
Virginia Carmiol Umaña	D.	100	TC	100	29	100		0
Xinia Varela Sojo	M.	90	TC	100	3	60	2	4
Marta Sáenz Muñoz	M.	90	TC	100	10	85		0
Mario González Ramírez	M.	90	TC	100	26	100		0
María del Carmen Valverde Solano	M.	90	TC	100	10	85	1	2
Donald Granados Gómez	M.	90	TC	100	10	85	1	2
Silvia Moreira Acuña	M.	90	TC	100	3	60		0
Ivonne Madrigal Gaitán	M.	90	TC	100	8	85	2	4
Olga Sánchez Brenes	M.	90	TC	100	24	100		0
Fernando Ramírez Chacón	M.	90	TC	100	4	60		0
Leonardo Montero Pizarro	Bach.	70	TC	100	8	85		0
José Brenes Catalán	Bach.	70	TC	100	18	100		0
Sergio Rivas Porras	Bach.	70	TC	100	27	100		0
Federico González Camacho	Bach.	70	TC	100	8	85	3	6
Promedios		86,0		100,0		86,0		1,6
Promedio		92,3						

Cuadro N°4

Puntaje del personal docente de la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2014

Nombre	<u>Formación</u>		<u>Dedicación</u>		<u>Experiencia</u>		<u>Idiomas</u>	
	grado	puntaje	tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje
Araya Mora Fabián	M.	90	¼ TC	60	5	70	1	2
Benavides Ramírez William	M.	90	TC	100	9	85	0	0
Brenes Brenes Rónald	Lic.	80	¾ TC	85	3	60	0	0
Chaverri Quirós Oscar Alberto	M.	90	TC	100	11	100	0	0
Chávez Villareal Claudia	M.	90	TC	100	2	60	1	2
Chinè Polito Bruno	D.	100	TC	100	27	100	2	4
Conejo Solís Mario	Lic.	80	TC	100	27	100	1	2
Esquivel Isern Ricardo	M.	90	TC	100	6	70	1	2
Fernández Chaves Roberto	Lic.	90	½ TC	70	1	60	1	2
Guillén Girón Teodolito	D.	100	TC	100	9	85	1	2
Jiménez Salas Rónald	M.	90	TC	100	27	100	1	2
León Salazar José Luis	D.	100	TC	100	7	70	1	2
Pridyballo Chekan Galina	M.	90	TC	100	31	100	1	2
Ramírez Picado José Alberto	M.	90	TC	100	27	100	1	2
Stradi Granados Benito Alberto	D.	100	TC	100	23	100	1	2
Promedios		91,3		94,3		84,0		1,7
Puntaje total		91,6						

Cuadro N°5

Puntaje del personal docente de la Escuela de Matemáticas del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2014

Nombre	<u>Formación</u>		<u>Dedicación</u>		<u>Experiencia</u>		<u>Idiomas</u>	
	grado	puntaje	tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje
Adriana Solís Arguedas	M.	90	TC	100	5	70		0
Alcides Astorga Morales	M.	90	TC	100	36	100		0
Alejandra Jiménez Romero	Bach.	70	TC	100	10	85		0
Alexander Borbón Alpízar	M.	90	TC	100	13	100	1	2
Andrés Márquez González	Lic.	80	½ TC	70	15	100		0
Angie Solís Palma	M.	90	TC	100	8	85		0
Christian Páez Páez	M.	90	TC	100	13	100		0
Cindy Calderón Arce	M.	90	½ TC	70	5	70	1	2
Edgar Ávila Morales	Lic.	80	TC	100	29	100	2	4
Evelyn Agüero Calvo	D.	100	TC	100	11	100	1	2
Fabio Hernández Díaz	M.	90	¼ TC	60	30	100		0
Félix Núñez Vanegas	M.	90	TC	100	18	100	1	2
Geisel Alpízar Brenes	M.	90	TC	100	8	85		0
Geovanni Figueroa Mata	M.	90	TC	100	23	100		0
Gilberto Vargas Mathey	M.	90	TC	100	31	100	1	2
Giovanni Sanabria Brenes	M.	90	TC	100	11	100		0
Greivin Ramírez Arce	M.	90	TC	100	12	100	1	2
Javier Vargas López	M.	90	TC	100	30	100	1	2
Jeffry Chavarría Molina	M.	90	TC	100	9	85		0
Jorge Luis Chinchilla Valverde	M.	90	TC	100	12	100		0
Jorge Monge Fallas	D.	100	TC	100	14	100	1	2
José Luis Espinoza Barboza	M.	90	TC	100	31	100		0
José Rosales Ortega	D.	100	½ TC	70	20	100	1	2
Juan José Fallas Monge	M.	90	TC	100	9	85	1	2
Juan Pablo Soto Quirós	M.	90	½ TC	70	4	60	1	2
Lourdes Quesada Villalobos	Bach.	70	TC	100	5	70	1	2
Luis Alejandro Acuña Prado	M.	90	TC	100	28	100	1	2
Luis Ernesto Carrera Retana	M.	90	TC	100	11	100	1	2
Luis Gerardo Meza Cascante	D.	100	TC	100	28	100		0
Manuel Calderón Solano	Lic.	80	TC	100	30	100		0
Manuel Alfaro Arias	Lic.	80	TC	100	26	100		0
Manuel Murillo Tsijli	M.	90	TC	100	27	100		0
Mario Marín Sánchez	M.	90	TC	100	29	100		0
María Gabriela Roldán Villalobos	Lic.	80	TC	100	29	100	1	2
Marco Gutiérrez Montenegro	Lic.	80	TC	100	6	70	1	2
Natalia Rodríguez Granados	M.	90	½ TC	70	3	60		0
Norberto Oviedo Ugalde	Lic.	80	½ TC	70	10	85		0
Paulo García Delgado	Lic.	80	TC	100	12	100	1	2
Randall Blanco Benamburg	M.	90	TC	100	14	100	1	2
Randall Brenes Gómez	M.	90	TC	100	12	100		0
Roberto Jesús Azofeifa Cubero	M.	90	TC	100	15	100	1	2
Sandra Schmidt Quesada	M.	90	TC	100	30	100		0
Walter Mora Flores	M.	90	TC	100	26	100		0
Zuleyka Suarez Valdés-Ayala	M.	90	TC	100	8	85	1	2
Promedios		88,2		95,0		93,1		1,0
Puntaje total		93,1						

Cuadro N°6

Puntaje del personal docente de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2014

Nombre	<u>Formación</u>		<u>Dedicación</u>		<u>Experiencia</u>		<u>Idiomas</u>	
	grado	puntaje	tiempos	puntaje	años	puntaje	número	puntaje
Alberto Agüero Velazco	Lic.	80	TC	100	20	100		0
Álvaro Amador Jara	M.	90	TC	100	16	100	1	2
Luis Alonso Araya Solano	M.	90	TC	100	2	60	2	4
Milena Guevara Bertsch	Bach.	70	TC	100	2	60	2	4
Dionisio Gutiérrez Fallas	D.	100	TC	100	21	100	1	2
Oscar Andrey Herrera Sancho	D.	100	TC	100	6	70	2	4
Luis Antonio Hidalgo Rodríguez	Bach.	70	TC	100	7	70	1	2
Carlos Adrián Jiménez Carballo	Bach.	70	TC	100	2	60	1	2
Gerardo Lacy Mora	M.	90	TC	100	6	70	1	2
Juan Carlos Lobo Zamora	Bach.	70	TC	100	10	85		0
Juan Meneses Rímola	M.	90	TC	100	38	100		0
Ernesto Montero Zeledón	D.	100	TC	100	16	100		0
Ana Cecilia Muñoz Moya	Lic.	80	TC	100	30	100	1	2
Natalia Murillo Quirós	M.	90	TC	100	10	85	1	2
José Esteban Pérez Hidalgo	Bach.	70	TC	100	1	60	1	2
Juan José Pineda Lizano	Bach.	70	TC	100	18	100		0
Francisco Rojas Pérez	Bach.	70	½ TC	70	1	60	1	2
Laura Rojas Rojas	M.	90	TC	100	2	60	1	2
Marcos Segura Carvajal	Bach.	70	½ TC	70	1	60	1	2
Edgar Segura Ramírez	Bach.	70	TC	100	33	100		0
Ana Yancy Segura Zárate	Bach.	70	TC	100	4	60		0
Iván Vargas Blanco	D.	100	TC	100	14	100	1	2
Walter Vargas Segura	M.	90	½ TC	70	3	60	1	2
Fabián Vásquez Sancho	M.	90	TC	100	2	60	1	2
Deybith Venegas Rojas	M.	90	TC	100	6	70	2	4
Marta Eugenia Vilchez Monge	M.	90	TC	100	30	100	2	4
Jefferson Gerardo Villaplana Sancho	Bach.	70	TC	100	2	60	1	2
Nemesio Zúñiga Loaiza	M.	90	TC	100	26	100		0
Promedios		82,9		96,8		78,9		1,8
Puntaje total		88,0						

