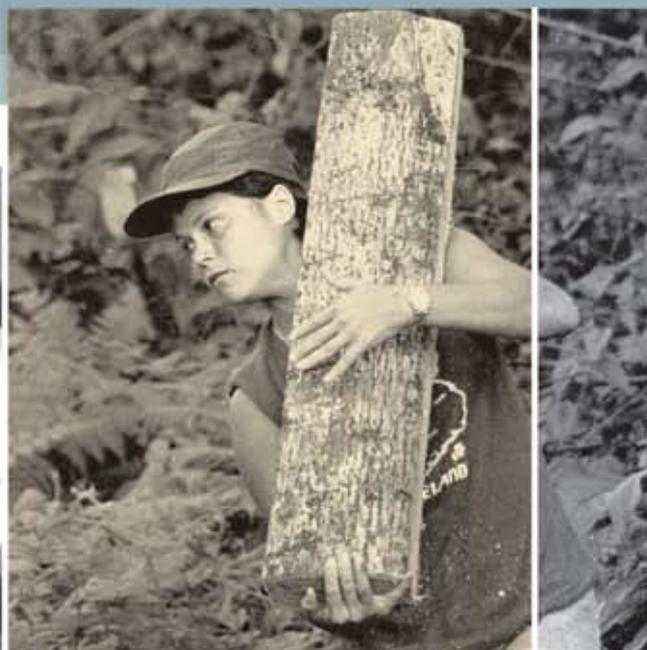


# Ingeniería

ENERO/DICIEMBRE 2004 - VOLUMEN 14 - N°1 y 2



 **INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES  
EN INGENIERÍA**  
**25 aniversario**

## RESEÑA HISTÓRICA DEL VIGÉSIMO QUINTO ANIVERSARIO DE LA FUNDACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA

*María Lorena Blanco Rojas*

El Instituto de Investigaciones en Ingeniería, o INII, como se le conoce en la Universidad, es una de las nuevas unidades que conforman la Facultad de Ingeniería; sus actividades están relacionadas, principalmente con las Vicerrectorías de Investigación y de Acción Social.



El INII nace como una iniciativa del Consejo Asesor de la Facultad de Ingeniería, al determinar la necesidad de que el país contara con una unidad de investigación capaz de abocarse a la formulación y resolución de los problemas técnicos de gran complejidad y de una manera sistemática e integral, en las áreas de la Ingeniería, la Arquitectura, la Informática y la Computación.

Fue así como en 1979, la Facultad presentó al Consejo Universitario un Proyecto de Reglamento para la Creación del INII, que quedó definitivamente aprobado en el artículo 30, de la sesión 2624 del 24 de setiembre de ese mismo año.

En su nivel operativo y administrativo cuenta con una dirección, una subdirección y un Consejo Asesor, y desde el año 2004, cuenta además con un Consejo Científico. Ambos Consejos dictan los lineamientos científicos y administrativos para su desempeño y han estado conformados a lo largo de los años, por académicos y académicas de la Facultad, quienes en su oportunidad han colocado sus conocimientos y sus criterios en beneficio del INII.



*Hans Van der Slotten, en 1967. Fundador del LPF*

El M. Sc. Ismael Mazón, exdirector del Instituto, relata en Semanario Universidad de setiembre del 2004, que éste ha pasado por tres etapas básicas de desarrollo: “la primera puede asociarse a sus mismos orígenes producto de un deseo tanto de estudiantes como de profesores por vincular la enseñanza y formación de futuros ingenieros con el quehacer cotidiano de la Ingeniería. De esta forma, el INII se visualizó como un ente natural para vincular la universidad con la industria. No obstante, el nacimiento del INII se dio en condiciones de poca pujanza para la Universidad y en un país de poco desarrollo industrial.

La segunda etapa, puede considerarse como de consolidación, en la que el Instituto adquiere un espacio físico, un conjunto de plazas administrativas, un espacio dentro de la organización de la Facultad de Ingeniería y la creación de sus laboratorios.

La tercera etapa la podemos asociar con el estado actual del desarrollo de la ingeniería y la industria de nuestro país y la necesidad de contar con estructuras en el nivel universitario que permitan las actividades de investigación en ingeniería al más alto nivel”.

Desde su fundación y hasta 1983, el primer director del Instituto fue el ingeniero eléctrico Róger Lorenzo; de 1984 a 1986 fungió el ingeniero civil Rosendo Pujol Mesalles, quien dejó el país para



**Róger Lorenzo Barboza**  
(1979-1983)

realizar estudios de posgrado y fue sustituido por Ismael Mazón González, ingeniero eléctrico, de 1986 a 1994. Posteriormente, de 1994 al 2002, fungió como directora la ingeniera civil, Flor de María Muñoz Umaña. De octubre del 2002 y hasta la fecha, se encuentra en ejercicio la ingeniera María Lorena Blanco Rojas.

Las temáticas en que actúa el INII son grandes y variadas, se ha trabajado en programas de ingeniería ambiental, energía, vivienda, electrónica, ingeniería sismorresistente, agroindustria, productos forestales, fotónica y rayo láser, metrología, mecatrónica, geomática, normalización y calidad; se espera a corto plazo incursionar en áreas como la ingeniería marítima y fluvial.

Su unidad más antigua es el Laboratorio de Productos Forestales (LPF), el cual se establece desde el año de 1967, bajo convenio entre: IICA, UNDP, FAO, la Universidad de Costa Rica y el Ministerio de Educación Pública. Su instalación fue efectuada por el IICA con fondos suministrados por UNDP, proyecto número 80. Su creador Hans van der Slooten estuvo trabajando en el laboratorio hasta 1978, posteriormente fundó los laboratorios de productos forestales de Mérida, Venezuela y el INPA en Manaus, Brasil.

El LPF se instauró como el primer Laboratorio de Maderas del país y surgió de la necesidad de contar con un Laboratorio que estudiara el recurso forestal en forma integral. Además del estudio de las propiedades tecnológicas de la madera se adicionan otros aspectos como: aglomerados, contrachapados, calidad de fibras para producción de papel, ya sea a partir de la madera o de desechos agroindustriales, control de calidad de papeles, cartones y productos afines.

El Laboratorio contribuye con los planes de acción forestal a través de la investigación, enseñanza, acción social, consultoría y venta de servicios en todas sus áreas; participa activamente en la adecuación y desarrollo de tecnología apropiada para el aprovechamiento del recurso forestal y los desechos agroforestales y agroindustriales.

Cuenta la historia que, a pesar de pertenecer en su inicio al CATIE, se instaló en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Brenes, específicamente en la Facultad de Ingeniería, porque la esposa de uno de los consultores alemanes que montaron el Laboratorio, se opuso a vivir en Turrialba. La FAO financió el laboratorio hasta 1977 y a partir de ese momento, el CATIE no lo asumió, proponiéndose entonces una transición para el traslado administrativo del Laboratorio a la Universidad de Costa Rica. Esto llevó al laboratorio a una gran inestabilidad, al igual que a las personas que laboraban en ese momento y estuvo a punto de desaparecer. Parte del personal más antiguo, en 1978, se mantuvo laborando varios meses, con el pago de salario atrasado, pero con el espíritu de mantenerlo “vivo”, hasta que en 1979 se funda el INII, instancia que lo absorbe como su primer laboratorio de investigación.

Su infraestructura, ubicada en el primer piso de la Facultad de Ingeniería, fue la sede de las primeras reuniones efectuadas para la creación del INII y sirvió además para albergar las oficinas administrativas del Instituto y del Centro de Ayudas Audiovisuales, mientras ambas unidades obtenían su propio espacio físico.

El Laboratorio cuenta con una colección de maderas o xiloteca, más de ochocientas maderables entre nativas e introducidas y cerca de mil doscientas especies introducidas, donadas como parte de colecciones de treinta y seis países. La información de las características microestructurales de más de mil quinientas especies maderables se ha digitalizado, conformando una base de datos con clave, que facilita la identificación anatómica de la madera.



**Rosendo Pujol Mesalles**  
(1984-1986)



*Ismael Mazón González  
(1986-1994)*

Cuenta también con una colección de láminas microtómicas de más de doscientas especies maderables, la que se utiliza como respaldo en este campo y con un Centro de Documentación con más de cinco mil títulos de tecnología de la madera y aprovechamiento de desechos agroindustriales, se resaltan: 35 títulos de revistas, 550 libros, 80 proyectos de graduación y 110 proyectos de investigación. Esta base de datos está inscrita en el Directorio de Bases de Datos de Costa Rica, de la Comisión Costarricense de Cooperación con la UNESCO, del Comité de Ciencia y Tecnología de Costa Rica y su creación y cuidado ha estado a cargo por muchos años del biólogo Luis Cruz Meléndez.

A lo largo de sus más de treinta años de funcionamiento, el Laboratorio ha logrado generar una vasta información y experiencia con el estudio y caracterización de las propiedades tecnológicas de las especies maderables y algunas no maderables, provenientes de Centro América (incluyendo Costa Rica), Panamá, Jamaica, Guyana y Surinam. Esta información ha servido como base para la instalación de proyectos con personas particulares y para los científicos del país. Además, ofrece servicios en las áreas de: anatomía, morfología, propiedades físicas, mecánicas, durabilidad, química, preservación y secado de la madera, así como en celulosa y papel.

En el año 2000, el Laboratorio de Productos Forestales recibió por parte del Ente Nacional de Acreditación (ENA), del Ministerio de Economía, Industria y Comercio; el Certificado de Acreditación en los Ensayos de Espesor en Papel y Cartón y Humedad de la Madera, bajo la Guía ISO/IEC 25:1990. En el año 2004, reacreditó bajo la Norma INTE ISO/17025:2000, cinco métodos de ensayo de las áreas de Celulosa y Papel y Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera.

El Laboratorio de Productos Forestales con base en el artículo 2, del decreto N. 31237 del Ministerio de Ambiente y Energía del país, es designado, entre otros, como Representante de la Autoridad Científica, de conformidad con el artículo 74 de la Ley N. 7317, Ley de Conservación de la Vida Silvestre y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES). Funge además como perito del Departamento de Biología Forense del Organismo de Investigación Judicial y del Departamento de Arqueología del Museo Nacional de Costa Rica y es el representante de la Universidad de Costa Rica en las siguientes comisiones nacionales e internacionales que velan por el bienestar de la flora y fauna de Costa Rica:



*Flor de Ma. Muñoz Umaña  
(1994-2002)*

- Representante de la Autoridad Científica de CITES en el área de maderas; nombrado en 1995 mediante decreto No. 27620-MINAE.
- Representante de la Universidad de Costa Rica ante la Comisión Nacional de Sostenibilidad Forestal (SINAC-MINAE).
- Representante ante la Comisión Institucional de Foresta Universitaria, de la Vicerrectoría de Administración de la Universidad de Costa Rica.
- Miembro de la Asociación Costarricense para el Estudio de las Especies Nativas (ACEN).

Una de las secciones más pujantes que tiene el Laboratorio de Productos Forestales, es la Sección de Celulosa y Papel, fundada en 1987, después de que mediante una donación del BID se compró el equipo básico de celulosa y papel, lo que permitió su consolidación dentro del Laboratorio de Productos Forestales.

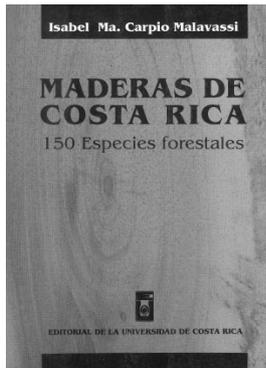
Tiene como objetivo general estudiar la potencialidad de fibras maderables y no maderables bajo diferentes tipos de pulpeo para producción de celulosa y papel. Además de servir como ente verificador de propiedades de papel y cartón a nivel nacional. Se estudian nuevas fuentes de celulosa que contribuyan al aprovechamiento integral de los recursos naturales. En sus años de existencia, se han estudiado fibras no maderables como: itabo, caña india, paste, cabuya, raquis de banano, palmito, paja de arroz, palma africana, bambú y piña; además de especies maderables como: melina, eucalipto y leucaena, bajo diferentes procesos de pulpeo.



*Carlos Monge Alfaro, en 1967 en la inauguración del Laboratorio de Productos Forestales*

Actualmente, la Sección de Celulosa y Papel mantiene un programa de aseguramiento de control metrológico y participa desde 1995 en un programa interlaboratorial, con el Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) del Brasil, lo que le permite comparar sus resultados con los obtenidos por más de treinta laboratorios en toda América. Es miembro de la Technical Association of Pulp and Paper Industry, TAPPI (por sus siglas en inglés), desde 1996, basando sus ensayos y procedimientos en las normas emitidas por esta entidad. Tiene como metas ampliar su quehacer al ensayo de cartón corrugado y llegar a convertirse en el Laboratorio Nacional de Celulosa y Papel.

El 20 de octubre de 1999 se firmó un convenio de cooperación entre la Universidad y la Asociación de la Industria Gráfica Costarricense (ASOINGRAF) el cual se mantuvo vigente por cinco años; sus objetivos fueron realizar proyectos para mejorar el nivel profesional de los funcionarios de ambas entidades e incentivar a los profesionales para que participaran en el mismo; asimismo, aprovechar el talento y la experiencia de ambas entidades para realizar proyectos de investigación, capacitación de personal, desarrollo tecnológico y cualquier otro tipo de actividad propia de cada entidad, mediante la utilización planeada y eficiente de los recursos humanos, bibliotecas, logísticos y otros.



*Primera edición 1993*

En el marco de este convenio se inscribió ante la Vicerrectoría de Acción Social, un proyecto de Trabajo Comunal Universitario denominado "Apoyo a la pequeña industria gráfica" que tuvo una duración de cinco años, para ayudar a pequeños y medianos impresores a resolver algunos problemas, trabajando los estudiantes en equipos interdisciplinarios, aportando sus conocimientos y experiencias en la resolución de problemas relativos a: manejo de desechos, distribución de planta, control de calidad de materiales, suministros y reactivos; procedimientos de ensayo para control de materias primas, producto terminado y otros; así como, mercadeo de productos. A lo largo de estos años se matricularon más de cien estudiantes de diversas carreras de la Universidad.

Se han realizado acercamientos además de la ASOINGRAF y grupos empresariales específicos, con la Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Sudamérica (ACCCSA), con el fin de que esta Sección pueda brindar apoyo en investigación, control de calidad de materias primas, verificación de requisitos de producto, normalización de productos o de procesos, validación de ensayos o de procesos relacionados con la celulosa, el papel, el cartón y el cartón corrugado, para el sector de la

industria de cartón corrugado, con la visión de ampliarse en pocos años al área de tintas y adhesivos.

Las Sección ha servido a los sectores mencionados durante casi años y cada día crece la demanda de los servicios en cantidad y en diversidad. Se atiende también a clientes externos de Panamá, Estados Unidos, Trinidad y Tobago, Guatemala, Bolivia y Venezuela, entre otros, y se considera que se puede dar

soporte a los industriales de la Región Centroamericana y del Caribe, ya que no existe otro laboratorio semejante en el región, atendiendo así posibles necesidades ante la entrada en vigencia del Tratado de Libre Comercio de Estados Unidos con Centroamérica y República Dominicana.

El Laboratorio ha entrenado personal sobre el tema papelerero, de fibras, de procesos de producción de papel y otros, brindando apoyo a los industriales del sector, a funcionarios de editoriales de otras universidades públicas, a proveedores de instituciones públicas y a los profesores del Núcleo de Artes Gráficas del Instituto Nacional de Aprendizaje, lo cual ha quedado demostrado con la edición de diferentes informes de ensayo, informes de consultoría e informes científicos sobre la temática descrita.

Se cuenta con una colección de hojas de pulpa de papel, obtenidas de las diferentes investigaciones y proyectos de graduación realizados en el Laboratorio. La colección es una colección viajera conformada por una hoja de pulpa formada a nivel de laboratorio; la información relativa a la especie como parte empleada, procedencia de siembra y nombre científico y vulgar; las mediciones y relaciones morfométricas de las fibras con que se fabricó; los procesos de pulpeo y de refinado utilizados y la caracterización de la hoja en cuanto a propiedades mecánicas, físicas, ópticas y químicas. Se incluye también la referencia bibliográfica donde se editó la investigación completa y el número secuencial de la colección. La digitalización y catalogación de la colección está en proceso de ejecución.

A lo largo de sus años de servicio, el Laboratorio ha sido merecedor de una serie de reconocimientos debido a su excelencia, entre ellos el primer lugar obtenido en la Feria Nacional de Productos Forestales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en 1995.

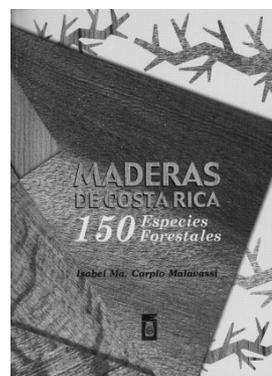
La Licda. Isabel Carpio Malavassi publicó en 1992, con un tiraje de 1500 ejemplares, el libro *Maderas de Costa Rica: 150 especies forestales*; su éxito fue tan grande que se reimprimieron 1500 ejemplares, tres años después; una segunda edición vio la luz en el año 2003 con un tiraje de 2000 ejemplares, lo que reflejó el impacto, calidad y pertinencia del mismo hecho que lo hizo merecedor a ser seleccionado a través del SINART, para formar parte de la Gran Biblioteca de Alejandría, en Egipto.

En 1996, la doctora Olga Arroyo Gutiérrez y las biólogas Ethel Sánchez Chacón e Isabel María Carpio Malavassi, escriben sus investigaciones a través del libro *Anatomía y ultraestructura de veinte especies maderables de importancia comercial en Costa Rica*, como producto de un proyecto de investigación financiado por el CONICIT.

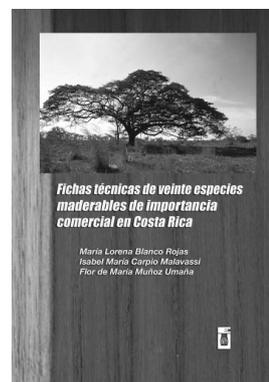
Otros libros publicados son: *Componentes principales de las mezclas de concreto y Propiedades y usos de las maderas de Jaíl y Melina*, cuya autora es la Ing. Flor de María Muñoz Umaña; *Fichas técnicas de veinte especies maderables de importancia comercial en Costa Rica*, de las autoras Licda. Isabel Carpio Malavassi, Ing. Flor de María Muñoz Umaña y Máster María Lorena Blanco Rojas y en prensa se encuentra el libro *Papel de banano en Costa Rica: historia y aspectos técnicos*, escrito también por la máster Blanco, todos bajo el sello de la Editorial de la Universidad de Costa Rica.



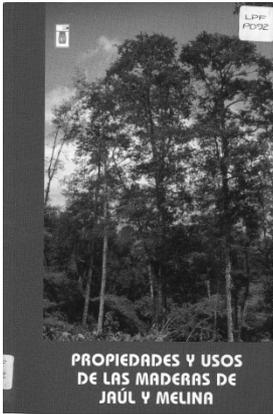
*Xiloteca del Laboratorio de  
Productos Forestales*



*Segunda edición 2003*



*Primera edición 2004*



El Instituto cuenta con el Centro de Diseño y Ayudas Audiovisuales, unidad que nació en el año de 1978, cuando la Escuela de Ingeniería Mecánica conformó una Unidad de Tecnología Educativa que empezó a prestar servicios muy específicos a esta Escuela. Poco a poco, estos servicios se fueron expandiendo a todas las escuelas de la Facultad, al punto que pasó a formar parte del Decanato, con el acuerdo de que sería fortalecido con el aporte de todas las Escuelas de la Facultad y trasladado administrativamente al INII, cuando éste se creó.

Su objetivo es coadyuvar con la investigación, la divulgación, la docencia y la acción social, brindando servicios de préstamo de equipo audiovisual, de diseño de material gráfico y audiovisual para ser utilizado en ferias, seminarios, cursos de educación continua con cualquiera otra actividad de divulgación y transmisión de los conocimientos y de las investigaciones que se generan en el INII.



El CEDAA es recordado por muchos estudiantes y personas que han gozado de sus servicios. ¡Cómo olvidar el trabajo artístico y técnico, que con gran esmero y detalle realizaban Adalberto Ramírez y Silas Elí Martínez, entre otros compañeros. Aún recuerdo las escuadras y las reglas T, los letreset, la tinta y las plumillas y los trabajos que salían de ese centro, recuerdo con fascinación como esas letras y muchas figuras geométricas y

líneas danzaban junto con las plumillas y la tinta en las manos de estos artista, para plasmar imágenes bellas e irrepetibles, que ilustraron muchos de los trabajos científicos que se publicaron!

En 1995, con el propósito de modernizar la enseñanza y a la vez optimizar los escasos recursos existentes, la Facultad de Ingeniería, en acatamiento a lo dispuesto en la Resolución Número 4 del Quinto Congreso Universitario, acordó por medio del Consejo Asesor, habilitar el funcionamiento del Centro de Diseño y Ayudas Audiovisuales, para administrar y coordinar los recursos didácticos de la Facultad y así continuar con la labor de apoyo a la docencia, la investigación y la acción social.

En los últimos años, este Centro se ha puesto a la vanguardia de las nuevas tecnologías de diseño, impresión, duplicación de cintas, captura de vídeo, entre otras, siendo diseñado allí libros, desplegables, panfletos, materiales didácticos, por mencionar algunos productos y se diagrama completamente la Revista Ingeniería, bajo el esmerado cuidado de la diseñadora industrial Marcela Quirós Garita.



Una historia semejante se puede relatar del Centro de Documentación e Información, el cual se creó en 1978 como una dependencia del Decanato de la Facultad de Ingeniería y en 1981 pasó a formar parte del Instituto de Investigaciones en Ingeniería.

Este Centro, facilita el acceso a la información y al conocimiento específico en las diferentes áreas de las ingeniería, la arquitectura, la informática y la computación, con el fin de contribuir con el desarrollo de los diferentes planes de estudio e investigación de la Facultad de Ingeniería y en general, de la comunidad universitaria y nacional.

Cuenta con un acervo de más de cuatro mil informes de proyectos de graduación o de investigación; más de mil títulos de revistas, cerca de mil libros, manuales y catálogos técnicos, entre otros. Posee también, varias bases de datos de la información con que cuenta y se trabaja en la creación de una videoteca y de una colección de discos compactos; así como en la modernización de sus equipos y la ampliación de estaciones de servicio para los usuarios.

Dada la alta sismicidad de Costa Rica y a raíz de los fuertes terremotos de abril y julio de 1983, en Pérez Zeledón y Golfito respectivamente, surgió la necesidad de monitorear los movimientos fuertes generados en el país; para ese entonces se contaba con redes que monitoreaban el territorio nacional, pero solamente en el campo de la Sismología.

Ante la alta probabilidad de ocurrencia de más sismos fuertes, se hicieron propuestas de modernización de dicha instrumentación, así como la de crear una red de acelerógrafos que permitiera registrar la aceleración del suelo en campo libre y en estructuras, información fundamental para la Ingeniería Civil, específicamente en el campo del diseño sismorresistente.

Es así como, la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de los Estados Unidos, a través de la Universidad de California, en Santa Cruz (UCSC), la Universidad de Costa Rica y el Instituto de Investigaciones en Ingeniería, dirigido en ese momento por el M. Sc. Rosendo Pujol, crean en 1984 el proyecto de investigación denominado Red de Acelerógrafos, adquiriéndose por donación los primeros veintidós acelerógrafos analógicos modelo SMA-1. Para el uso y mantenimiento de estos equipos, el Departamento de Geología y Minas del Estado de California, y el Instituto Charles F. Richter de la Universidad de California, dirigido por la Ph. D. Karen MacNally, capacitaron al técnico Carlos Segura, quien ha sido el encargado del mantenimiento del equipo hasta hoy.

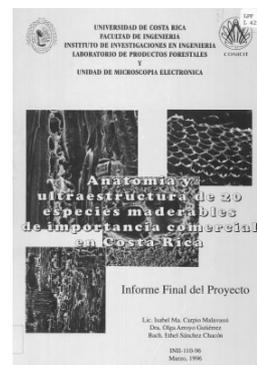
Más adelante, con la cooperación de instituciones como el Instituto Nacional de Seguros, se adquirieron dos instrumentos que se instalaron en su sede principal con la Escuela Centroamericana de Geología, que obtuvo tres con el financiamiento del AID.

En 1985, la Universidad toma a su cargo en forma completa la administración total del proyecto y continúa con la instalación de equipos, adquisición de tecnología de punta, adiestramiento del personal, recolección y procesamiento de datos. Posteriormente, en 1989, el proyecto Red de Acelerógrafos, bajo la dirección del doctor Guillermo Santana se convierte en el Laboratorio de Ingeniería Sísmica, conocido como el LIS. La ocurrencia de varios sismos de gran magnitud en el período transcurrido entre los años de 1989 y 1992 (terremotos de Cóbano, Alajuela y Limón), le permitió la consolidación de las actividades de registro de sismos fuertes y de aplicación de estos datos a la investigación.

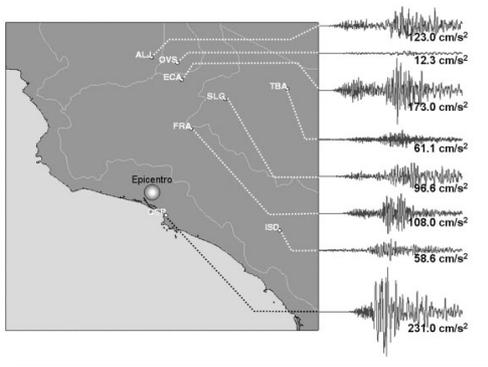


El LIS, es el único laboratorio en Costa Rica y América Central dedicado en forma exclusiva a realizar estudios de Ingeniería Sísmica, para determinar los efectos que producen los sismos fuertes en las estructuras y en los suelos. Entre sus objetivos se encuentran el registrar la constante actividad sísmica del país mediante el uso de acelerógrafos, instrumentos especialmente diseñados para la medición de sismos fuertes; desarrollar investigaciones en el área de la Ingeniería Sísmica que contribuyan con la disminución de los efectos destructivos que traen consigo los sismos fuertes, a través de proyectos usualmente multidisciplinarios, que involucran áreas como: Ingeniería Civil y Estructural, Geología, Geotecnia, Sismología, Planificación Urbana, Prevención de Desastres y Defensa Civil y difundir el conocimiento actualizado en el campo dentro de la ingeniería sísmica y a personas cuya labor profesional se relaciona con ella, tanto a nivel nacional como internacional.

La distribución inicial de los acelerógrafos se basó en la zonificación sísmica existente a la fecha de instalación del programa, propuesta en el año 1977 por investigadores del Centro Blume de la Universidad de Stanford (Mortgat y otros) y adoptada por el Código Sísmico de Costa Rica, en su versión de 1986. Actualmente, la red cuenta con cuarenta instrumentos instalados en todo el país, todos equipos digitales que disminuyen las fuentes de error en el procesamiento de registros y aumentan la confiabilidad de los datos obtenidos. Estos acelerógrafos se distribuyen en treinta y cinco estaciones y desde su operación se han logrado registrar más de mil doscientos acelerogramas, correspondientes



*Libro, Papel de Banano*



*La figura muestra 8 de las 20 formas de onda (acelerogramas) del sismo del año 2004, con sus respectivos valores de aceleración máxima recopilados por la red de acelerógrafos del LIS*

a trescientos setenta y dos sismos fuertes. La distribución de las estaciones acelerográficas tiene como propósito cubrir las zonas con mayor potencial para la generación de sismos fuertes. Del total de instrumentos, cinco pertenecen a RECOPE, uno a OVSICORI y uno al Ingenio Taboga; el LIS los administra, los mantiene en operación y además, procesa toda la información que estos registren.

Las investigaciones, en la actualidad, se desarrollan en mayor medida acerca del comportamiento de suelos ante terremotos y en menor grado, sobre la respuesta de estructuras instrumentadas y cuenta para ello con profesionales en los campos de la Ingeniería Civil, Sismología y Electrónica y con la valiosa colaboración de asistentes de investigación, que son estudiantes avanzados de las carreras

de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica y Geología. La información obtenida se ha convertido en herramienta de primera mano para los estudios que realizan comisiones nacionales como la que elabora el Código Sísmico de Costa Rica y la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Los resultados de investigación se divulgan a través de publicaciones como: libros, boletines, artículos en revistas especializadas, además de periódicos y reportajes televisivos. Asimismo, la transferencia de los conocimientos se realiza a través de la participación de los y las investigadoras en: seminarios, talleres, conferencias y cursos de grado y posgrado sobre temas afines, tanto a nivel nacional como internacional.

Se han desarrollado más de 35 proyectos de investigación, 40 tesis y proyectos de graduación de estudiantes de grado y posgrado. En junio del 2002, el LIS obtuvo el premio Bayardo Selva, por la investigación: Microzonificación Sísmica de San José, Costa Rica, trabajo realizado en forma multidisciplinaria con la Red Sismológica Nacional de la Universidad, el Instituto Costarricense de Electricidad y varias instituciones noruegas, a través de la Agencia de Cooperación de ese país.

El LIS mantiene vínculos de cooperación e intercambio de información y de conocimientos con instituciones afines, tanto a nivel nacional como internacional; con varias de ellas se realizan investigaciones en forma conjunta en la actualidad. Algunas son: la Comisión Permanente del Código Sísmico de Costa Rica, la Asociación Nacional de Ingeniería Estructural y Sísmica, la Comisión Nacional de Emergencias, el INS, el ICE, la Red Sismológica Nacional, el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica, RECOPE, el Ingenio Taboga, el Centro para la Prevención de Desastres en América Central (CEPRENAC), la Agencia Noruega de Cooperación (NORAD), la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de Kioto y el Consorcio de Organizaciones para los Sistemas de Observación de Terremotos de California (COSMOS). Se ofrecen también servicios a industrias y empresas, y se cuenta con una vasta experiencia para ejecutarlos bajo la modalidad de vinculación externa remunerada.

Muchos investigadores que se iniciaron en este campo en el LIS, han realizado o están realizando estudios de posgrado, lo cual les ha permitido, una vez concluidos los estudios, incorporarse a

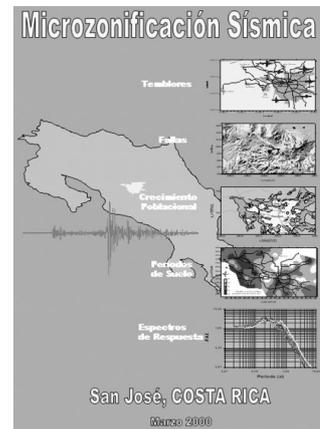


*Acelerógrafo tipo SMA-1 de Kinematics.*

instituciones y empresas, desempeñando puestos vitales hacia la búsqueda de soluciones para mitigar los efectos debidos a terremotos, función trascendental para el bienestar y la vida del pueblo de Costa Rica; entre ellos están el Ph. D. Rubén Borochek, el Ph. D. William Vargas, el Ph. D. Aarón Moya, el Lic. Alfredo González y el geólogo Lepolt Linkimer, quien actualmente cursa estudios doctorales en los Estados Unidos. La especialización de los investigadores del LIS y sus vínculos internacionales con centros pioneros en este campo, permiten servir de catalizador en el proceso de transferencia de tecnología.

En los últimos diez años, el LIS ha sido coordinado exitosamente por el Ing. Víctor Schmidt Díaz.

El 08 de setiembre de 1993, en la sesión 5-93 del Consejo Asesor de Facultad el Laboratorio de Metrología, Normalización y Calidad, conocido LABCAL. Fue concebido por parte de un grupo de académicos y académicas de la Facultad de Ingeniería, al determinarse la necesidad que tenía el país en estas temáticas y considerando el conocimiento que posee la Universidad para desarrollarlas.



**LABCAL**

El LABCAL se concibió como un laboratorio institucional para apoyar el quehacer de los laboratorios de la Universidad, en aspectos tales como el control metrológico de equipos de medición, capacitación en acreditación de laboratorios e implantación de sistemas de gestión documental, de la calidad y ambiental y como un laboratorio de servicio para fortalecer el desarrollo de la metrología, la normalización y la calidad en Costa Rica, en cooperación con otras entidades, brindando capacitación y servicios confiables a instituciones y a empresas públicas y privadas; atendiendo también demandas de metrología industrial y legal.

Para el año 1996, el estado de desarrollo de la metrología constituía uno de los factores que limitaban no solo la calidad de los bienes y servicios, sino también el propio desarrollo científico y técnico nacional. Si bien se habían hecho algunos esfuerzos aislados por parte del Estado, las universidades públicas e incluso el sector privado, no se había articulado una política metrológica que permitiera promover la fiabilidad y trazabilidad, ni siquiera en las magnitudes más básicas de medida. Para esta fecha, las visitas hechas a diferentes lugares como hospitales, empresas farmacéuticas, ventas de equipo de medición y hasta diversas industrias transnacionales, así como los propios centros de educación superior, dieron evidencia de la necesidad que había en el país de brindar servicios de calibración y capacitación en prácticamente todo el espectro de magnitudes. La globalización de los mercados exigía la demostración de competencia (credibilidad experimental) en materia de investigación, procesos y venta de productos y servicios.

Es así como para el año 1997, en el marco del contrato de prestación de servicios suscrito entre la Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación (FUNDEVI) y el organismo cubano Metrología, Aseguramiento de la Calidad y Normalización (MACNOR), se posibilitó la traída de especialistas de la República de Cuba, en metrología y la incorporación de instrumentos de medición patrones y herramientas, con lo cual se dio inicio a la prestación de servicios en metrología dentro y fuera de la Universidad de Costa Rica.

La alianza con la empresa cubana MACNOR se entendió en ese momento, según las palabras del decano de la Facultad de Ingeniería, M. Sc. José Joaquín Chacón Leandro "... primeramente en la comunidad universitaria como un esfuerzo institucional y, en segundo lugar, ante el sector externo, como una forma ordenada y coordinada en la Universidad de Costa Rica, de promover el conocimiento en aspectos de metrología y calidad principalmente". Es este el punto de partida para el desarrollo



*Fachada del edificio que alberga actualmente al LABCAL*

de acciones por medio del LABCAL, con el apoyo de dichos especialistas que propiciaron, facilitaron y potenciaron la vinculación de la Universidad de Costa Rica con los diversos sectores de la sociedad, en torno a las temáticas de metrología y calidad, fundamentalmente.

Las diferentes consultorías y asesorías en que el Laboratorio participó comprenden: diagnóstico, diseño, documentación y asesoría en la implantación de Sistemas de Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental y Confirmación Metrológica, así como la determinación de la incertidumbre de las mediciones en procesos productivos de empresas y en laboratorios de calibración y ensayo y auditorías de Sistemas de la Calidad.

Entre los logros académicos pueden destacarse el desarrollo de proyectos de investigación y acción social, apoyo a la docencia por medio de cursos, conferencias y trabajos de graduación, en los campos en que se desarrolla el laboratorio (metrología, normalización, calidad y ambiente). También, a través de la asesoría a personal de diferentes unidades de la Universidad de Costa Rica en el cálculo de incertidumbre de la medición, para la primera comparación interlaboratorial “ENA-MET-001: Calibración de un matraz”.

En el área de la actividad metrológica se destacan la realización de 6021 calibraciones distribuidas en las magnitudes de dimensional (395), masa (1836), volumen (395), presión (994), fisicoquímica (317), temperatura (2 011), electricidad (52) y tiempo (21) y se realizaron cincuenta y cinco consultorías: treinta y dos en metrología, veintiuna en calidad y dos en ambiente.

La alianza con el grupo MACNOR, en el marco del LABCAL, hizo posible que el 24 de octubre del año 2002 se llevara a cabo el “Primer Simposio Nacional Metrología UCR-2002”, cuyo objetivo fue mostrar el perfeccionamiento e innovación de los resultados científicos, técnicos y comerciales en el campo de la metrología, obtenidos en Costa Rica en los últimos años, de manera que se logró transferir conocimiento en los temas relacionados con el desarrollo de la metrología, el intercambio de experiencias y conocimientos desarrollados en el campo de la metrología y áreas afines y concienciar a los participantes sobre la importancia y beneficios del desarrollo metrológico del país. En total hubo, representación de treinta organizaciones y noventa y cuatro participantes, se dictaron tres conferencias plenarias y diecisiete ponencias.

La experiencia, enriquecedora, del trabajo conjunto entre LABCAL y el grupo de especialistas de MACNOR, se puede resumir en términos de los logros del periodo 1997-2002, correspondientes al dictado de ciento treinta y cinco cursos de educación continua y cuarenta y una conferencias, para un total de tres mil ciento cuarenta horas de capacitación y tres mil sesenta y cuatro participantes de diferentes procedencias (Costa Rica, Cuba, Guatemala, El Salvador, Panamá, Colombia, Ecuador, Bolivia). A partir del año 2000, se formaron los primeros Técnicos en Metrología y Auditores de la Calidad. Desde entonces, estos cursos de educación continua, se han amparado al Programa de Capacitación en Metrología, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental, el cual ha estado estructurado bajo principios similares a los que se siguen cuando se define un “plan de estudios” de una carrera de las que se imparten en la Universidad de Costa Rica, teniendo también la particularidad de ser integral, pues comprende las cuatro temáticas que toda organización que procura una acreditación o certificación, o desee mantenerla, debe cumplir.

Los profesores y las profesoras, procedentes de la República de Cuba que participaron indistintamente en los diferentes cursos fueron: los ingenieros Alberto Díaz Martínez, Karel Matos Capote, Pedro

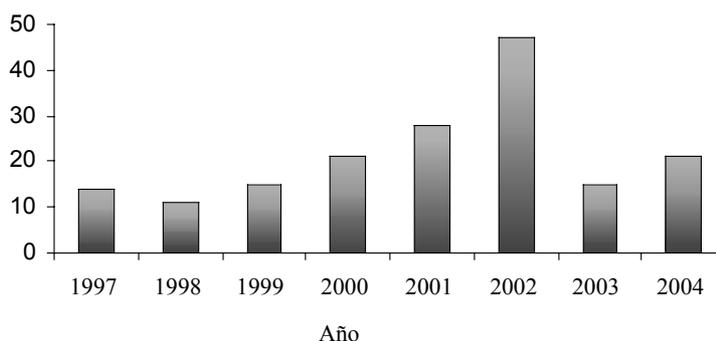
Tamayo García, Alberto Díaz Tey, Emilio Santos García, Mauro Cancelo Expósito, Ibrahim Urtiaga Mergarejo, y Fernando Vázquez Dovale; los físicos Wilfredo Suárez Piña y Pablo Fernández García; las ingenieras Beatriz García Cuendias, Silvia Friman Leyva, Magali Pérez, Yami Alonso Preciado y la Dra. Dulce María Delgado Mirabet.

A partir del año 2004, luego de la finalización del contrato entre la empresa MACNOR y la FUNDEVI, el LABCAL es conducido por investigadores e investigadoras de la Facultad de Ingeniería en todo su quehacer. El Programa de Capacitación, a partir de esta fecha tuvo una cátedra colegiada integrada por profesores y profesoras de Química y de varias Ingenierías, a saber: Mecánica, Industrial, Eléctrica e Ingeniería Química. Como parte de la formación de nuestros cuadros de relevo, profesores y profesoras jóvenes, interactuaron junto con los y las docentes de más experiencia, con el mayor empeño por adquirir destrezas en la docencia y con el afán de fortalecer el programa con sus conocimientos. A la actividad de metrología ingresan profesores y profesoras de las Escuelas de Ingeniería Agrícola, Química, Mecánica y Eléctrica que con toman en sus manos las diferentes magnitudes de calibración.

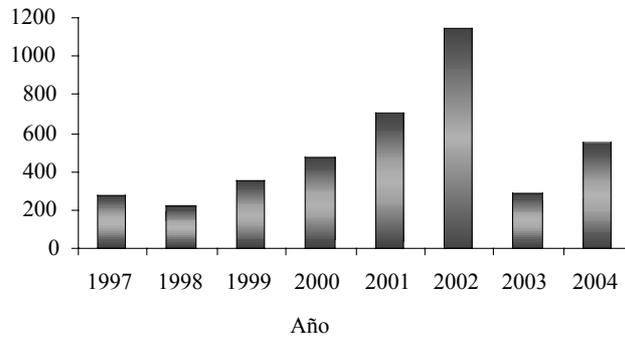
En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran algunas estadísticas del Programa de Capacitación “Metrología, Gestión de la calidad y Gestión Ambiental”, en el periodo comprendido entre 1997 y 2004.

El INII, a través de LABCAL brindó también cursos de educación continua en las metodologías seis sigma, en asociación con la Universidad de Indiana y el Instituto Tecnológico de Costa Rica; además de un curso teórico práctico denominado Modelaje hidrológico, hidráulico y control de erosión en ríos”, que contó con la valiosa colaboración de la Universidad de Puerto Rico, curso dictado por el Ph. D. Walter Silva Araya y su colaboradora la M. Sc. Alejandra Rojas González, ambos egresados de la Facultad de Ingeniería.

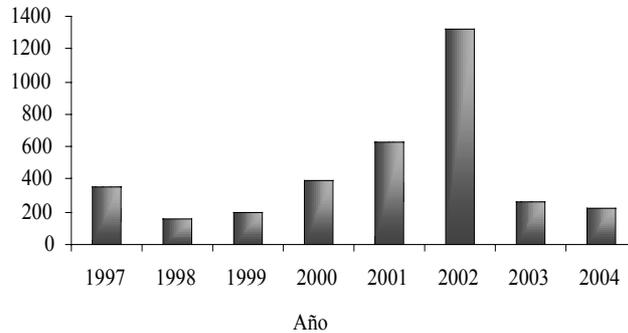
En el periodo de 1997 al 2004, LABCAL se dotó de infraestructura y equipo y se capacitaron académicos y académicas de la Universidad que han destacado a nivel nacional e internacional como evaluadores de sistemas de gestión de calidad, ambiental, en acreditación de laboratorios y con la creación de empresas en estas temáticas, lo cual nos llena de orgullo. Para el año 1997, LABCAL contaba con tan sólo 40 m<sup>2</sup> donde se ubicaban tanto las áreas de laboratorio como las oficinas administrativas; asimismo, para este año, los servicios eran limitados en magnitudes y tipos de instrumentos (se alquilaban los equipos para calibrar las magnitudes de masa y fisicoquímica, que eran las magnitudes en que se daban servicios). Poco a poco, se fue ganando espacio y la Universidad comenzó a adquirir equipo para calibración. En infraestructura, después de ingentes esfuerzos de la directora del INII de ese entonces, Ing. Flor Muñoz Umaña, se pudo contar en el año 2002 con un área de 195 m<sup>2</sup> en la cual se ubica actualmente el Laboratorio y que se ha ido fortaleciendo con el financiamiento de la Universidad de Costa Rica y de sus propios ingresos.



*Figura 1. Cantidad de cursos impartidos dentro del Programa de Capacitación “Metrología, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental” en el periodo de 1997 al 2004.*



**Figura 2.** Cantidad de horas de clase impartidas dentro de los cursos del Programa de Capacitación "Metrología, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental" en el periodo de 1997 al 2004.



**Figura 3.** Cantidad de participantes en el Programa de Capacitación "Metrología, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental", en el periodo de 1997 al 2004.

Desde el año 1997, se trazó un plan de equipamiento que permitió ir incorporando, en forma gradual, instrumentos patrones, con altos niveles de exactitud y trazables hasta los patrones internacionales, para la calibración en magnitudes como: temperatura, presión, electricidad, etc. Hoy, el Laboratorio dispone de equipos de medición y patrones, propios, que permiten la realización de calibraciones en: masa, volumen, presión, longitud, temperatura y variables eléctricas.

Siete años de estar brindando servicios de calibración, capacitación, consultoría y asesoría, dan evidencia suficiente del trabajo del Laboratorio en los temas de metrología, gestión de la calidad, normalización y gestión ambiental, lo cual hace que al finalizar el año 2004, se decide la contratación del LABCAL como proveedor de servicios de calibración para la empresa RITEVE, en todas las estaciones del país.

Como actividad próxima se encuentra la acreditación del Laboratorio ante el Ente Costarricense de Acreditación, bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025:2000, aumentar la cantidad de equipos y fortalecer sus actividades en beneficio de la institución.



Desde el año 2003 se comenzó la implantación del Laboratorio de Geomática (LABGEO), área donde se utilizan aproximaciones sistémicas que integran todos los conceptos empleados para adquirir y administrar datos espaciales como operaciones científicas, administrativas, legales y técnicas, desarrolladas en los procesos de administración y producción de la información espacial. Estas actividades incluyen, pero no están limitadas a: cartografía, controles de medición, ingeniería topográfica, geodesia, hidrografía, administración de la información de tierras, medición de terrenos, fotogrametría y sensores remotos. El LABGEO cuenta ya con espacio físico y equipos, así como un plan estratégico que le permitirá comenzar a desarrollar sus investigaciones.

Otro laboratorio interdisciplinario que está en fase de desarrollo es el Laboratorio de Mecatrónica, donde interrelacionan la mecánica con la electrónica y la informática. Se espera desarrollar proyectos de trabajo con actuadores piezoeléctricos, para posicionamiento submicrométrico, experimentación en la aplicación de técnicas modernas para el control de robots, investigación de nuevos materiales para efectuar el movimiento de pares cinemáticos en aplicaciones de robots y prótesis externas. Este laboratorio ya cuenta con espacio físico y equipo.

Próximamente se creará el Laboratorio de Marítima y Fluvial, el cual tiene como objetivos la resolución de problemas relacionados con la ingeniería marítima y fluvial y la morfodinámica de la costa, así como el estudio y mitigación del impacto negativo de estructuras marinas y fluviales sobre el medio ambiente. Con las investigaciones que se desarrollen se espera apoyar proyectos de graduación y transmitir conceptos a estudiantes de grado y de posgrado, así como ofrecer cursos y talleres de educación continua en las áreas de ingeniería marítima y fluvial.

¿Qué nos espera?, el exdirector, Rosendo Pujol, vislumbra el camino de la siguiente manera “es importante aumentar la calidad y relevancia de todo lo que se hace en investigación y contrastar los avances con lo que hacen otros grupos dentro y fuera del país. Es necesario esforzarse para que la investigación conduzca a sugerencias de cómo mejorar las políticas públicas. El INII, todos los investigadores y los profesores de la Facultad deben comprometerse con la sostenibilidad ambiental, social y económica de la sociedad costarricense, más allá de los intereses de grupos profesionales o de empresas privada. Es necesario convertir a los institutos de investigación de la Universidad de Costa Rica en semilleros de jóvenes intelectualmente ambiciosos y es necesario ligar la investigación con la renovación de los cuerpos de profesores de la Facultad, tarea de gran importancia estratégica”.



Por su parte, el exdecano de la Facultad de Ingeniería, José Joaquín Chacón Leandro, opina que el Instituto “debe seguir siendo un instrumento que contribuya a forjar en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería una cultura por la investigación, como parte de su formación profesional. Al contribuir al estudio ordenado y sistemático de distintos problemas buscando respuestas y ensayando soluciones, su quehacer se convierte en un medio para incorporar la investigación en una actitud que aflora y está presente, muchas veces en forma imperceptible, en la forma de pensar y de actuar, durante el desempeño de su profesión y a lo largo de toda la vida”.

Desarrollar investigaciones y servicios en las áreas de la Ingeniería, la Arquitectura, la Informática y la Computación, transmitiendo los resultados a la comunidad nacional e internacional, a través de la docencia y la acción social, con el fin de contribuir al desarrollo sustentable, con apego a la ética, el humanismo y el conocimiento de las personas que los producen, es la misión que han definido conjuntamente todos los funcionarios y funcionarias del INII, teniendo como valores la ética, la calidad, el compromiso social, la excelencia y el respeto.

Como metas, hemos coincidido en la necesidad de incorporar en los procesos de investigación del INII a los y las compañeras de Arquitectura, Informática y Computación y posicionar en la comunidad nacional e internacional, al Instituto, como una instancia de reconocida excelencia y liderazgo en el desarrollo de investigaciones y servicios en Ingeniería, Arquitectura, Informática y Computación, logrando una mayor difusión y cobertura de sus resultados.

El ingenio, la creatividad, el pensamiento convergente, la capacidad analítica y otras características de los y las profesionales en ingenierías, arquitectura e informática y de tantas otras personas que conforman nuestro grupo de trabajo, le permiten al Instituto ser artífice de procesos de investigación y de resultados, que pueden incidir transversalmente en las transformaciones que nuestra sociedad necesita. La búsqueda de oportunidades y la obtención de soluciones a los problemas nacionales y mundiales debe ser nuestro norte, y para ello, debemos llenar con gran pasión y con gran responsabilidad cada una de nuestras actividades, para construir así, día con día, una Patria mejor.

### **Agradecimientos**

La autora agradece la colaboración en el levantamiento y la revisión de algunos de los datos históricos incluidos en la reseña, a las siguientes personas: Licda. Isabel María Carpio Malavassi, Bachiller Luis Cruz Meléndez, Ing. Víctor Schmidt Díaz, Ing. Flor de María Muñoz Umaña, DI. Marcela Quirós Garita, M. Sc. Rosa Munguía Paíz, señor Carlos Manuel Segura Vargas, M. Sc. Ismael Mazón González, M. Sc. Rosendo Pujol Mesalles, M. Sc. José Joaquín Chacón Leandro y Ph. D. Guillermo Santana Barboza.

### **SOBRE LA AUTORA**

#### **María Lorena Blanco Rojas**

Profesora Catedrática de la Escuela de Ingeniería Química e Investigadora del Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad de Costa Rica. Ingeniera Química de la Universidad de Costa Rica y Máster en Ciencia y Tecnología de la Madera de la Universidade de São Paulo, Brasil. Desde octubre del 2002 funge como Directora del INII.

Teléfonos: (506) 207-5354 y 207-5407

Facsímil: (506) 224-2619

Correo electrónico: [lorena@inii.ucr.ac.cr](mailto:lorena@inii.ucr.ac.cr), [lorena@terraba.fing.ucr.ac.cr](mailto:lorena@terraba.fing.ucr.ac.cr)

**Nuestro compromiso es con Costa Rica**

**A** finales de la década de los años setenta un grupo de docentes de la Facultad de Ingeniería impulsaron un proyecto para crear el Instituto de Investigación en Ingeniería que viniera a explorar otros campos científicos y a reorientar las investigaciones existentes a la fecha como el caso del Laboratorio de Productos Forestales, fundado en 1967.

Y a lo largo de este tiempo el INII no solo experimenta el natural crecimiento de un instituto dedicado a la docencia y a la investigación, sino que ha evolucionado hacia formas superiores de compromiso tanto con la Universidad desde la perspectiva de la acción social, como con el desarrollo nacional mediante la transferencia de servicios.

Para investigadores e investigadoras, personal administrativo y estudiantil, es clave el compromiso diario del INII para que siga siendo una fuente de búsquedas, de cuestionamientos e imaginación, porque la Universidad y el país cambian y crecen constantemente, como lo manifiesta la Máster María Lorena Blanco, directora del Instituto. "Nuestro trabajo es un compromiso con la Patria y con la Universidad, con personas que hacen crecer al país y esto que celebramos el 24 de setiembre es un homenaje también a sus fundadores, quienes siguen trabajando con la misma ilusión que en 1979 y con mayor experiencia".

"Al cumplir este cuarto de siglo, nos comprometemos a buscar ese espacio de reflexión y de balance para replantear lo que queda por hacer", señaló.



