

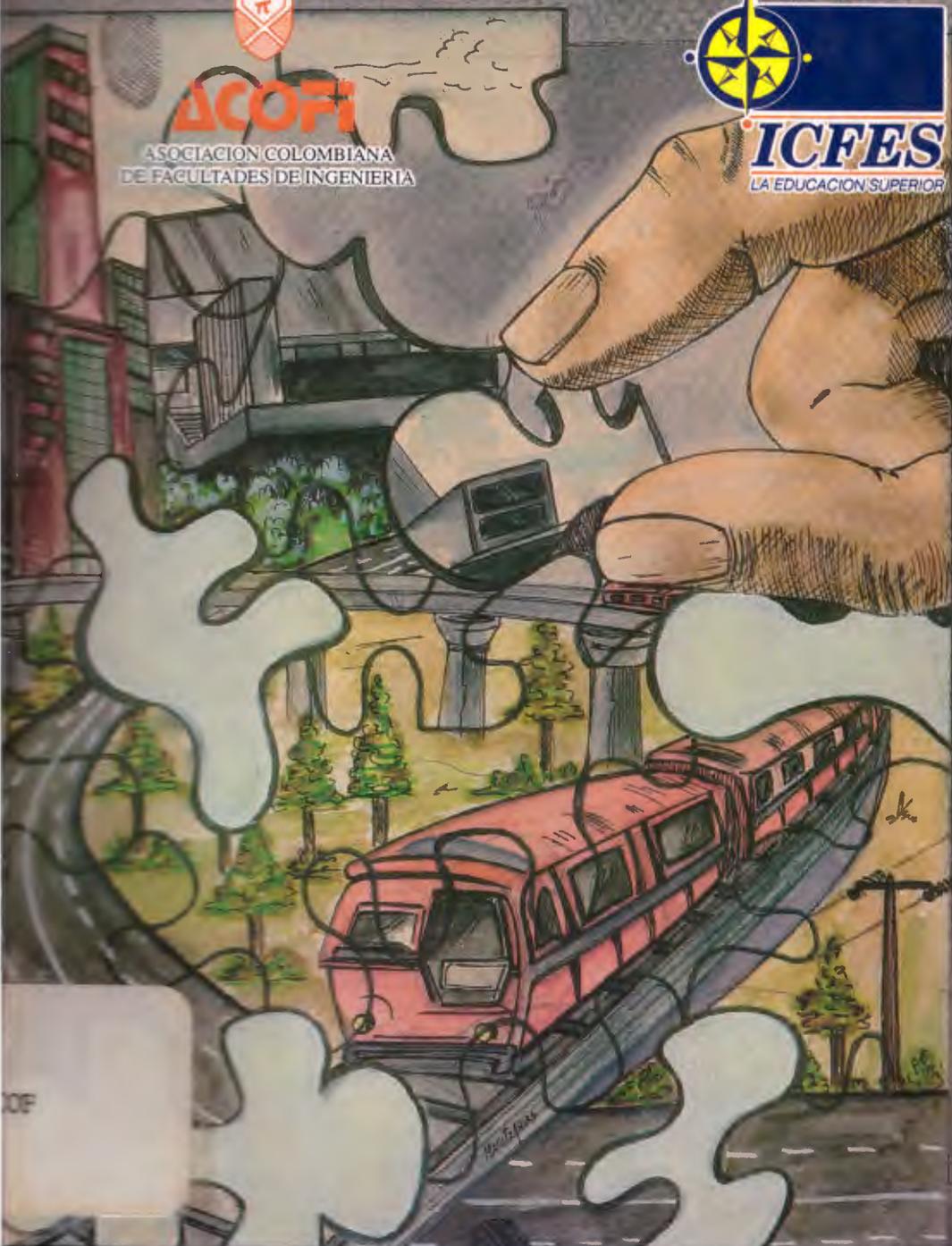
Actualización y modernización del currículo en INGENIERIA CIVIL



ACOFI
ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA



ICFES
LA EDUCACION SUPERIOR



Actualización y modernización del currículo en INGENIERIA CIVIL

Documento final



ACOFI

ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA



ICFES
LA EDUCACION SUPERIOR

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO
DE LA EDUCACION SUPERIOR

M F N № - 0037

PACOF 37

ACOFI 24 JUN. 1997

Centro de Documentación

SANTAFE DE BOGOTA, D.C.
SEPTIEMBRE 1996

PACOF 37-1997/Mayo

**INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO
DE LA EDUCACION SUPERIOR, ICFES**
Subdirección General Técnica y de Fomento
Calle 17 No. 3-40 A.A. 6319
Teléfonos 2819311 - 2435129 - 2834027
Fax 2845309 Santafé de Bogotá, D.C.

**ASOCIACION COLOMBIANA DE
FACULTADES DE INGENIERIA -ACOFI-**
Cra. 50 No. 27-70 Edificios Camilo Torres
Bloque C Of. 7- 301 - 303 - 401/404
A.A. 59285 Tels. 2215438
Fax 2218826 Santafé de Bogotá D.C.

Director General del ICFES

Dr. JAIME NIÑO DIEZ

Subdirector General Técnico y de Fomento

Dr. JOSE N. REVELO REVELO

Presidente ACOFI

Ing. EDUARDO SILVA SANCHEZ

Vicepresidente ACOFI

Ing. SILVIO DELVASTO ARJONA

Director Ejecutivo ACOFI

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS

COORDINADORES PROYECTO:

Ing. LUIS ALFREDO POSADA DELGADO
Subdirección General Técnica y de Fomento del ICFES
Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Director Ejecutivo de ACOFI - Profesor Titular de la U. N.

Este libro fue editado siendo Director General del ICFES el Dr. Luis Carlos Muñoz Uribe y Subdirectora General Técnica y de Fomento la Dra. Graciela Amaya de Ochoa.

Elaboración de texto con base en las reuniones y documentos regionales, nacionales e internacional de Ingeniería Civil.

SANTAFE DE BOGOTA, D.C. SEPTIEMBRE 1996

Serie: Actualización y modernización del currículo en ingenierías

ISBN: 958-680-000-8 Obra completa

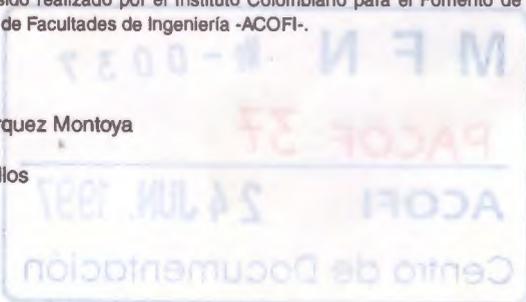
ISBN: 958-680-001-6 Ingeniería civil

El proyecto: ACTUALIZACION Y MODERNIZACION DEL CURRÍCULO EN INGENIERIAS MECANICA, QUIMICA, ELECTRICA - ELECTRONICA, CIVIL E INDUSTRIAL ha sido realizado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior -ICFES- y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-.

Corrección de estilo: Mercedes Bohórquez Montoya
Periodista

Ilustración portada: Maritza Arias Trillos

Diseño, armada electrónica e impresión:
OPCIONES GRAFICAS EDITORES LTDA.
Calle 14 No. 52-31 piso 3 - Telefax: 2601643
Celular: 93-3369670 Apartado Aéreo 34348
Santafé de Bogotá - Colombia



SANTAFE DE BOGOTA, D.C.
SEPTIEMBRE 1996

Contenido

Presentación

Introducción

I. Antecedentes	11
II. Características de la formación de ingenieros civiles	16
III. Tendencias en la formación de ingenieros civiles en Colombia	23
1. Producción mundial para un mercado mundial	24
2. Competencia mundial	25
3. El uso intensivo del conocimiento	25
4. Vinculación cada vez mayor entre la universidad y el sector productivo ...	26
5. El uso intensivo de las comunicaciones	26
6. Producción sostenible	26
7. Una nueva cultura organizacional	27
IV. Plan básico de estudios en el programa de ingeniería civil	32
1. Definición	34
2. Título que se otorga	34
3. Duración	34
4. Perfil profesional	34
5. Plan mínimo de estudios	35
6. Areas básicas y objetivos	36
6.1 Area de ciencias básicas	36
6.2 Area socio-humanística	36
6.3 Area de formación científico- investigativo	36
6.4 Area económico-administrativa	37
6.5 Area de formación profesional	37
7. Recursos específicos	37
8. Estrategias metodológicas	38
9. Soporte administrativo e investigativo	38
V. Estrategias para la actualizar y modernizar el currículo	39
VI. Estrategias para el acercamiento de la universidad con el sector productivo, el sector público y la comunidad	54
VII. Recomendaciones	60

1. Al Estado
2. A ACOFI
3. A las instituciones de educación superior
4. A los programas de ingeniería civil
5. Al sector productivo

Bibliografía

Lista de entidades que participaron en las reuniones regionales, nacionales e internacionales

Contenido

11		El sector productivo	
12		El sector de ingeniería civil	
13		El sector de educación superior	
14		El sector de ACOFI	
15		El sector de ingeniería civil	
16		El sector de educación superior	
17		El sector de ACOFI	
18		El sector de ingeniería civil	
19		El sector de educación superior	
20		El sector de ACOFI	
21		El sector de ingeniería civil	
22		El sector de educación superior	
23		El sector de ACOFI	
24		El sector de ingeniería civil	
25		El sector de educación superior	
26		El sector de ACOFI	
27		El sector de ingeniería civil	
28		El sector de educación superior	
29		El sector de ACOFI	
30		El sector de ingeniería civil	
31		El sector de educación superior	
32		El sector de ACOFI	
33		El sector de ingeniería civil	
34		El sector de educación superior	
35		El sector de ACOFI	
36		El sector de ingeniería civil	
37		El sector de educación superior	
38		El sector de ACOFI	
39		El sector de ingeniería civil	
40		El sector de educación superior	
41		El sector de ACOFI	
42		El sector de ingeniería civil	
43		El sector de educación superior	
44		El sector de ACOFI	
45		El sector de ingeniería civil	
46		El sector de educación superior	
47		El sector de ACOFI	
48		El sector de ingeniería civil	
49		El sector de educación superior	
50		El sector de ACOFI	

Presentación

Los nuevos modelos económicos basados en la apertura y el libre mercado, hacen necesaria la generación de grandes desarrollos tecnológicos, en donde el sector productivo y la educación superior tienen en el conocimiento su principal activo, con el cual los países pueden enriquecer sus sistemas económicos y sociales. Dentro de éste contexto, la ingeniería es uno de los principales motores de desarrollo del país, permite dar mayor valor agregado a los productos y servicios, debido a su estrecha relación con la ciencia y con los avances tecnológicos. Los permanentes cambios con la globalización de la economía y la apertura de los mercados hacen necesario que se deba mirar críticamente la manera como se están formando los ingenieros de hoy y los que se formarán en el siglo XXI.

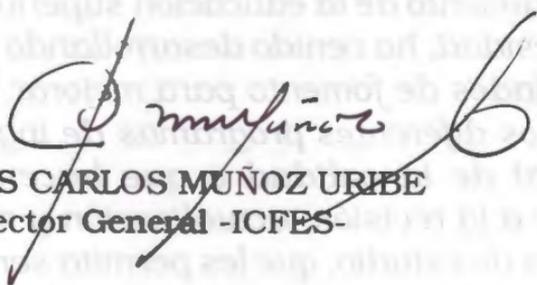
El Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, como Institución del Estado comprometida con el mejoramiento de la educación superior y consciente de esta necesidad, ha venido desarrollando en los últimos años actividades de fomento para mejorar los niveles de calidad en los diferentes programas de ingeniería. Parte fundamental de la calidad a que hacemos mención, corresponde a la revisión, actualización y modernización de los planes de estudio, que les permita ser competitivos, flexibles, dinámicos y con niveles altos de pertinencia, en concordancia con las necesidades socioeconómicas, culturales, científicas y productivas del país.

En respuesta a lo anterior, el ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-, desarrollaron el Proyecto "Actualización y Modernización

de los Currículos en Ingeniería", cuyo objetivo fundamental fue desarrollar una propuesta para modernizar desde el punto de vista humanístico, social, pedagógico, curricular, investigativo y ambiental, la formación de los futuros ingenieros de tal forma que respondan a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología, del sector productivo y la internacionalización del conocimiento y de la economía.

Este proyecto se inició con los programas estratégicos que más aportan al desarrollo productivo del país. Con esta visión se trabajaron las ingenierías Civil, Mecánica Eléctrica y Electrónica, Industrial y Química.

Producto de los encuentros, seminarios-talleres nacionales e internacionales, en los que participaron rectores, docentes, estudiantes, representantes del sector productivo y gremios profesionales, es esta publicación sobre **ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL CURRÍCULO EN INGENIERÍA CIVIL.**



LUIS CARLOS MUÑOZ URIBE
Director General -ICFES-

Introducción

La preocupación por la calidad y el mejoramiento continuo de los programas de Educación Superior, y entre ellos los dedicados a la formación de ingenieros, es el propósito que acompaña y alienta los esfuerzos de dos instituciones como el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, para iniciar el proyecto de "Actualización y Modernización del Currículo en Ingenierías", tomando como inicio de las reflexiones los documentos promovidos y difundidos por el ICFES sobre la temática de los requisitos mínimos para la creación y funcionamiento de los programas.

Como parte de este proceso el ICFES y ACOFI, promovieron una serie de eventos en el campo de las ingenierías, encaminados a crear escenarios de análisis y reflexión que permitieran actualizar y modernizar los planes de estudio de los programas. En cada reunión se intercambiaron experiencias entre los responsables académicos de los programas, los representantes del Estado y los voceros del sector productivo. Los objetivos centrales del proceso se orientaron hacia:

- La actualización y modernización de los planes de estudio de los diferentes programas de ingeniería, a partir de las acciones y encuentros desarrollados en años anteriores por el ICFES y las instituciones de educación superior.
- La formulación de una propuesta encaminada a reorganizar y modernizar los planes de estudio de los programas de ingeniería con un desarrollo integral desde el punto de vista humanístico, social, pedagógico, ambiental, e investigativo, para que su formación responda a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología y la globalización del conocimiento y la economía.
- La definición de compromisos que permitan el cambio y la actualización permanente de los diferentes sectores de la ingeniería colombiana.

Para concretar en acciones los propósitos declarados, inicialmente se seleccionó el grupo de carreras de las ingenierías: civil, eléctrica y electrónica, industrial y química, identificadas como dinamizadores dentro de la estructura económica del país.

Se programaron eventos regionales, nacionales e internacionales para cada una de las carreras seleccionadas. Las instituciones de educación superior agrupadas por regiones, discutieron y dieron a conocer su problemática específica, presentaron sus planteamientos y expectativas dentro del proceso de actualización y modernización curricular.

Se juzgó preciso discutir la pertinencia de los actuales planes de estudio, su adecuación a las necesidades locales y regionales para la sociedad actual y

futura, y su forma de evolución en el contexto de un esquema curricular que permita una formación integral, con claros contenidos en ciencia básica, con componentes humanistas y técnicos que reunidos proyecten un profesional competente dentro de la perspectiva de un desarrollo económico y social sostenible.

En 1995, para adelantar la primera etapa, se realizaron seminario-talleres, en donde participaron instituciones de educación superior privadas y públicas, el Estado, el sector productivo y los expertos en el tema.

Para ello el país fué dividido en cuatro zonas y para el caso de Ingeniería Civil se desarrolló de la siguiente forma:

- La zona Occidental, a la cual concurren representantes de los Departamentos del Valle del Cauca, Cauca y el Chocó, quienes tuvieron su encuentro en la Universidad del Cauca.
- La zona Norte-Oriente, a cuya convocatoria respondieron programas de la Costa Atlántica y Norte de Santander, reunidos en la sede de la Universidad de Cartagena
- La zona Cafetera con presencia de voceros del Departamento del Quindío y tuvo como escenario para sus deliberaciones, la Universidad del Quindío.
- La zona Central, se organizó en la sede de la Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", donde concurren programas de Ingeniería que se ofrecen en la capital de la República y en el interior del país.

Como resultado de los debates, discusiones y mesas de trabajo en cada uno de los encuentros regionales, se produjeron memorias que, aparte de representar importantes aportes documentales sobre el desarrollo de los eventos que permitieron conocer y difundir las conclusiones sobre los siguientes aspectos relacionados con la actualización y modernización curricular en las diferentes ingenierías:

- Condiciones de la estructura curricular en las distintas regiones
- Tendencias curriculares y tecnológicas en el desarrollo de cada especialidad
- Relaciones actuales y estrategias de acercamiento con el sector productivo el sector público y la sociedad en general
- Estrategias para actualizar y modernizar el currículo
- Recomendaciones para concretar las propuestas y materializar las conclusiones de los eventos.

Las propuestas de los seminarios regionales constituyeron la base de discusión para el Seminario Nacional en Agosto de 1995 con sede en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional en Medellín. Los principales objetivos del Seminario Nacional se orientaron en las siguientes direcciones:

- Delimitar y jerarquizar los campos de acción de cada ingeniería, considerando sus responsabilidades con la solución de los grandes problemas de

infraestructura como condición facilitadora del desarrollo del país, y las nuevas exigencias impuestas por los procesos de internacionalización y competitividad.

- Desarrollar una propuesta nacional encaminada a la actualización y modernización de los planes de estudio en las ingenierías, respetando la visión y autonomía de cada universidad, pero sin perder la óptica integradora que contemple los aspectos sociales, científicos, tecnológicos y económicos propios del ejercicio de la profesión.
- Definir una estrategia pedagógica que soporte y favorezca a través de un currículo flexible, moderno y abierto, la formación del ingeniero con especiales dotes de sensibilidad social, con un alto sentido de compromiso con el desarrollo del país mediante una sólida formación científica y técnica, y con una clara conciencia frente al manejo sostenible de los recursos.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, sede Santafé de Bogotá, en Octubre de 1995 organizó el Seminario Internacional en la ciudad de Santafé de Bogotá. Las conclusiones de este encuentro, tuvieron ocasión de ser evaluadas y complementadas con experiencias y enfoques de especialistas de otros países.

Allí se conocieron exposiciones sobre tendencias y prospectiva curricular, tecnológica y profesional; estrategias de aproximación de las universidades a los distintos sectores de la sociedad y modelos pedagógicos adecuados a las nuevas exigencias sobre lo que debe ser la formación de los ingenieros.

Terminó así la etapa de debate e intercambio de información básica para el proceso de actualización y modernización curricular en ingenierías. A partir de lo anterior se inició entonces, la etapa de consolidación de las propuestas y recomendaciones y con ello permitir la formulación de proyectos reales, específicos y alcanzables que permitan plasmar en acciones toda la inversión de recursos, esfuerzos y expectativas que la sociedad colombiana espera del desarrollo de la profesión de ingeniería.

La descripción, análisis y comentarios sobre los factores y elementos vinculados al proceso de modernización curricular en ingenierías, alcanzó en todos los seminarios, altos niveles de acuerdo. Estos trabajos reunidos, constituyen el Ser de este proyecto emprendido por el ICFES y ACOFI.

Estos documentos presentan en general, el siguiente contenido:

Principales características de cada ingeniería, según su especialidad, tendencias en la formación profesional, plan básico de estudios, estrategias para actualizar y modernizar el currículo, relaciones y estrategias de la universidad, el sector productivo, el sector público y la comunidad; recomendaciones hechas a los programas de las Instituciones de Educación Superior, a ACOFI, al sector productivo, al Estado y por último el capítulo de Conclusiones.

En el capítulo "Principales características de la ingeniería" según su especialidad se realiza un análisis sobre la situación actual de los programas que se ofrecen e indica las principales características y particularidades propias de cada currículo, teniendo en cuenta lo discutido en los encuentros regionales y nacionales, en el capítulo de "Tendencias en la formación en Ingeniería" se presentan las conclusiones de las propuestas y discusiones realizadas en diferentes eventos sobre las tendencias, metodologías de enseñanza y otros aspectos resultado del trabajo de las mesas de discusión en las que participaron los conferencistas nacionales, extranjeros y delegados del sector productivo y participantes de las instituciones de educación superior. En el "Plan básico de estudios", se presenta la definición de cada ingeniería, título que otorga, dura el perfil profesional, plan mínimo de estudios con sus áreas básicas y sus objetivos, recursos específicos, estrategia metodológica y soporte administrativo e investigativo. Estos puntos son la base fundamental para la adecuación de los planes de estudio, la unificación de criterios para los diferentes programas de ingeniería, la orientación, pero sobre todo, la definición de políticas para los niveles de la educación superior.

Las "Estrategias para actualizar y modernizar el currículo", son productos del trabajo desarrollado por los participantes, y se dirigen principalmente a aquellos programas que aún no han iniciado su proceso de actualización.

Las relaciones y estrategias de vinculación de programas de ingeniería definieron por el aporte que ellas generan a la producción y a la necesidad de apoyo entre el sector productivo, el sector público, la comunidad y el Estado. Por ello, se busca que el énfasis en los programas de ingeniería esté basado en la búsqueda y desarrollo del trabajo investigativo en la universidad, en la creación y estructuración de centros de investigación, de formación y calificación profesional; de trabajo y apoyo a la comunidad y de generación de ofertas innovadoras para dar respuestas a los problemas existentes en cada especialidad.

Sin embargo, este proyecto de Actualización y Modernización del Currículo de Ingenierías, tan sólo pretende ser el inicio de un proceso que debe orientar mejores esfuerzos hacia el diseño y desarrollo, por parte de cada institución, su propio proyecto educativo.

Tendrá así, el gremio de los ingenieros, un instrumento para afianzar su naturaleza profesional con la capacidad necesaria y suficiente para conseguir acciones de mejoramiento, no solo en la calidad de la educación superior en Colombia, sino que incidirá en el desarrollo tecnológico del país.

Este proyecto no sería una realidad sin la excelente respuesta de quienes fueron convocados a formar parte de este proceso de modernización curricular. Extendemos un agradecimiento especial a los Rectores, Directores de Programas de Ingeniería, Profesores, miembros del sector empresarial y gremial, por el apoyo y esfuerzo que brindaron durante 1995 a éste quehacer, el cual sin duda redundará en la mejor calidad de los programas de ingeniería en Colombia.

I. Antecedentes

El desarrollo de los países se fundamenta, en buena medida, en la construcción y mantenimiento de obras públicas y de infraestructura que permitan a sus comunidades el acceso a los bienes y servicios necesarios para su bienestar y progreso; así como en la conformación de instalaciones físicas que hagan competitivas sus condiciones de relación e intercambio con la comunidad internacional. En el presente se evidencia, con más fuerza que nunca, que esas obras e instalaciones deben construirse en medio de un clima de internacionalización económica, traducido en nuevas condiciones de competencia; rápidos, y a veces sorprendentes, replanteamientos políticos; creciente participación y control ciudadano; en cercana relación con otras especialidades y saberes; y además, en armonía con el medio ambiente natural, sin deteriorar o agotar en beneficio de intereses o conveniencias cortoplacistas, los recursos de los cuales depende la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

Dentro de esta perspectiva: dinámica, multidimensional e interdisciplinaria; el Estado, la sociedad y sus distintos sectores, público, empresarial e industrial, requieren de ingenieros civiles preparados para concebir, diseñar, construir y mantener la infraestructura física y las obras públicas en el marco de las necesidades estratégicas del país y dentro de una escrupulosa frontera ética materializada en el ejercicio creativo, honesto y respetuoso de la profesión. En consecuencia, la sociedad espera de las Universidades un compromiso serio y permanente de actualización de los programas de formación con arreglo a las características dinámicas de las necesidades sociales y a las demandas y señales del mercado de bienes y servicios.

De acuerdo con antecedentes que la humanidad reconoce y aprecia, la Ingeniería civil ha desempeñado históricamente un papel de liderazgo en el desarrollo de los pueblos. Nunca ha sido el suyo un rol secundario o una actividad menor en el balance de las tareas de la sociedad. Estas son muy poderosas razones para que las universidades atiendan su obligación social de contribuir, con elevados criterios de calidad e idoneidad, a la formación y actualización permanente de ingenieros civiles que reivindiquen y potencien su papel de líderes de la sociedad, con vocación de creadores de infraestructura física y paisaje cultural.

Este documento contiene los lineamientos generales relacionados con los antecedentes, cercanos y remotos; los debates, la construcción de imágenes prospectivas, el análisis de estrategias fundamentales y las recomendaciones y sugerencias resultantes del proceso de discusión sobre las necesidades de actualización y modernización del currículo en Ingeniería Civil. Dicho proceso, promovido y adelantado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI y algunas universidades colombianas identificadas con el propósito de abordar, con toda seriedad y dedicación, el delicado compromiso de mejorar la tarea de formación de los ingenieros requeridos por las nuevas circunstancias científicas, tecnológicas y socioeconómicas; se propuso identificar y perfilar los elementos políticos, económicos y culturales; así como los mecanismos académicos, administrativos y profesionales que permitan formar a los ingenieros civiles colombianos en condiciones ventajosas para atender simultáneamente al amplio cuadro de necesidades y especificidades locales, regionales y nacionales, y a las exigencias contemporáneas de competitividad, calidad e internacionalización.

La responsabilidad social de las universidades y sus facultades, escuelas o departamentos de ingeniería civil es de tal magnitud, que todos sus esfuerzos de actualización curricular están ampliamente justificados. Las nuevas exigencias mundiales, nacionales, regionales y locales constituyen un claro llamado de atención hacia quienes tienen en sus manos el compromiso de formar ingenieros civiles capaces de encarar exitosamente los cambios, cada vez más veloces que afectan a la sociedad. Cambios que por otra parte están lejos de pertenecer exclusivamente a la esfera de la ciencia y la tecnología, por cuanto involucran también a las profundas modificaciones que permanentemente surgen en las áreas de actividad social, cultural y política, afectando el quehacer de los ingenieros en la medida en que alteran los patrones de diálogo entre el poder y el conocimiento y, en consecuencia, exigen de los distintos actores sociales entre quienes los ingenieros civiles tienen innegable protagonismo nuevas actitudes y formas de relación.

En estas circunstancias, tanto el ejercicio profesional como la formación de nuevos ingenieros civiles deben responder a requerimientos sociales cada vez más complejos y para ello deben apoyarse en un ambiente curricular que propicie una doble recuperación histórica: la del hombre para la ingeniería, y la de ésta para la sociedad y sus cambiantes necesidades. Los futuros profesionales de la Ingeniería Civil deben responder a las necesidades de la sociedad con una nueva óptica, caracterizada por atributos tales como una suficiente formación en ciencias básicas, económicas, sociales y humanísticas, una visión más integral del mundo tecnológico contemporáneo, un razonable dominio del conocimiento del papel de la ciencia y la tecnología en la búsqueda del desarrollo dentro del marco de un adecuado equilibrio y en armonía con la naturaleza.

Por supuesto, la trascendencia y el verdadero significado de este proceso de actualización y modernización solamente podrán medirse con arreglo al cambio de actitud general, es decir, de la sociedad, el Estado, las Universidades en todos sus estamentos y el sector productivo; respecto a la necesidad de procurar altos niveles de calidad de la formación de los ingenieros civiles colombianos, como requisito para procurar mejores instalaciones físicas y de infraestructura para el desarrollo pleno y sustentable del país, y el consecuente mejoramiento de las condiciones de vida de todos sus habitantes.

Como esta labor de creación es dinámica y cambiante, tal como lo son la sociedad, el conocimiento y las técnicas universales; corresponde a los responsables del diseño curricular, de la docencia, la investigación y la administración universitaria en Ingeniería Civil actualizar, evaluar y controlar seriamente y permanentemente los programas de formación dispuestos para alcanzar esos propósitos. Esta tarea debe incluir las dimensiones identificadas desde los puntos de vista científico, técnico, humanístico, ético, social, pedagógico, investigativo y administrativo, con criterios máximos de servicio a la sociedad colombiana y dentro de los más elevados patrones internacionales de exigencia, calidad y competitividad.

La preocupación por la calidad y pertinencia de los programas de Educación Superior, y entre ellos los dedicados a la formación de ingenieros civiles, ha alentado y acompañado los esfuerzos de instituciones como el ICFES y ACOFI desde hace varios años. Así, puede señalarse como un antecedente remoto de este proceso, el Ciclo de conferencias sobre Planteamientos y Reflexiones alrededor del currículo en la Educación Superior, realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, en Bogotá durante el segundo semestre de 1987, como parte del Plan de Reestructuración y Capacitación Curricular que inició el proceso de reforma en dicha Facultad.

En desarrollo de esas jornadas académicas, en las cuales el ICFES ofrecía apoyo económico y asesoría técnica, se discutieron elementos fundamentales para abordar ventajosamente temas estratégicamente tan importantes como:

- El reconocimiento del valor de la planeación curricular en los programas universitarios.
- La identificación de los fundamentos filosóficos, epistemológicos, sociológicos, psicológicos y pedagógicos del currículo; y
- la caracterización de la influencia de los elementos propios de la profesión en la configuración curricular de los programas de ingeniería.

Por otra parte, en diferentes foros y reuniones nacionales de facultades de ingeniería organizados por ACOFI, temas como la calidad de la enseñanza, la realidad del currículo y, en general, los problemas asociados con la formación del ingeniero colombiano, han sido abordados con seriedad y detenimiento por representantes de las universidades, el Estado y diversos sectores de la sociedad; así como por calificados invitados internacionales. De todos estos certámenes académicos existen valiosas memorias, documentos cuya vigencia y oportunidad, al menos desde la perspectiva del proceso de actualización y modernización curricular actualmente en curso, son inobjectables.

Cuando se trata de estudiar los antecedentes más recientes del proceso es forzoso aceptar que las particulares circunstancias de cambios y reajustes que enfrenta el país, en todos los órdenes, pero particularmente en las áreas económicas y de productividad estimuladas por la política de internacionalización y los programas de apertura; han catalizado las intenciones y objetivos de avanzar significativa y vigorosamente en el propósito de elevar los niveles de calidad en la Educación Superior, como requisito para preparar a los profesionales - los ingenieros civiles entre ellos - para enfrentar calificadamente las exigencias del desarrollo nacional en un marco de competencia internacional, acelerado desarrollo científico y tecnológico y conocimientos globalizados.

Y es que en particular los programas de ingeniería, como instrumentos que contribuyen a formar recursos humanos para el desarrollo científico, tecnológico, económico y social del país están obligados a comprometerse en la exigencia de una calidad cada vez mayor, no solamente para atender su responsabilidad con la atención de las urgentes necesidades nacionales, sino para poder participar en condiciones equitativas y con suficiente competencia dentro de las alianzas estratégicas internacionales que se están consolidando a través de los bloques económicos que surgen por todo el orbe como consecuencia de la internacionalización económica y los replanteamientos políticos.

Atendiendo principalmente a estas razones el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES enfrenta el compromiso de diseñar, promover y adelantar programas dirigidos fundamentalmente a:

- Apoyar la actualización y formación de docentes, investigadores y directivos universitarios.
- Promover la utilización de nuevas tecnologías en la educación superior, en la investigación y en la docencia.
- Identificar y crear incentivos para las relaciones entre universidad y sector productivo.

- **Impulsar** la actualización, modernización y reconversión de planes de estudio, tanto en el pregrado como en el postgrado.

Este último programa señala la conveniencia de considerar la renovación, actualización y modernización del currículo como parte del proceso de preparación para asumir las responsabilidades que exigen el nuevo conocimiento y sus aplicaciones. Dentro de esta perspectiva el ICFES promueve la discusión y adopción de requisitos mínimos para la creación y funcionamiento de programas, señalando en cada caso:

- Las condiciones de duración
- Areas básicas del plan de estudios
- Objetivos de esas áreas
- Recursos específicos para sostener los programas
- Definición de la carrera
- Perfil profesional
- Soporte administrativo e investigativo.

Por supuesto, la intención tras estos requisitos mínimos es garantizar las condiciones fundamentales de idoneidad institucional para ofrecer programas cuyos egresados satisfagan los rigurosos exámenes de la competitividad internacional. En el numeral 5 de este documento pueden encontrarse ampliaciones sobre estas características de los planes de estudio en ingeniería civil.

II. Características de la formación de ingenieros civiles

En este numeral se realiza un análisis sobre la situación general actual de los programas de ingeniería civil, resaltando sus principales características y particularidades curriculares, a partir de los resultados de los Seminarios regionales, nacional e internacional. La estructura del plan de estudios, con sus características formales de presentación en las universidades y programas de ingeniería civil se discutirán y analizarán en otros numerales de este documento.

En general, en el sistema educativo, incluida la Educación Superior, un problema capital es la ausencia de fundamentos axiológicos, es decir la carencia de norte, de orientación y pertinencia: la ausencia de patrones éticos, que resultan acaso más graves que la genéricamente denominada falta de calidad. Esta situación negativa se agrava por el escaso desarrollo científico de la sociedad. En el país no hay grupos de investigación formalizada, sino esfuerzos aislados, y la mayor parte de las veces incipientes, por parte de personas que investigan; sin que pueda afirmarse que hay avances socialmente significativos en este campo.

En esas condiciones y de acuerdo con patrones culturales arraigados y a distorsiones introducidas por actividades engañosamente lucrativas, la investigación científica está aún distante de ser una actividad socialmente privilegiada, apoyada y reconocida.

La carencia de identidad se materializa en el desaprovechamiento de la riqueza implícita en la diversidad biológica y cultural, usualmente usufructuada por otros países o empresas transnacionales. Por supuesto todos estos factores afectan la calidad de la ingeniería nacional, incluida la calidad de la formación de sus nuevos practicantes. Sin desarrollo científico no hay desarrollo tecnológico, ni ingeniería, ni vida humana de calidad.

Con un sistema educativo en general deficiente, las universidades se ven forzadas a trabajar con estudiantes que tienen graves carencias

démicas y trasladan a la Educación Superior muchos de los defectos metodológicos imperantes en la formación secundaria. Si a esto se agrega el carácter fraccionado del sistema educativo colombiano; sin diálogo formalizado entre los distintos niveles: escuela primaria, secundaria y formación tecnológica y universitaria; y claro está, sin canales de comunicación para que se ejerza perceptiblemente la influencia de la universidad sobre el conjunto del sistema educativo; entonces el cuadro resultante es poco alentador.

Un análisis serio de la situación general de los planes de estudio, revela una característica que facilita abordar, e incluso explicar, las restantes particularidades identificadas durante el proceso. Esta característica es el divorcio que existe entre los programas académicos y los planes de desarrollo gubernamentales - a todos los niveles territoriales -

Los programas de formación de profesionales separados de la consideración de las necesidades, prioridades, expectativas y proyectos sociales, aún en medio de estrictos cánones curriculares y con altos criterios de calidad y competitividad, arrojan como resultado peligrosas cargas sociales de desempleo profesional, abierto o disfrazado, inmovilidad social y eventuales frustraciones, sin mencionar los costos que para la sociedad representa la formación de profesionales, cuyo perfil, número o especialidad no necesita en el mediano o largo plazo.

En principio, los planes de estudio en ingeniería civil que se ofrecen en el país, tienen abiertos sesgos profesionalizantes, que unidos al carácter unidimensional de los programas y a la intención unidisciplinaria de los contenidos debilitan sensiblemente a los profesionales, producto de esos planes de estudio, para enfrentar escenarios en los cuales se convierten en imperativos los atributos completamente opuestos, es decir, la visión sistémica; el enfoque integral y por ende pluridimensional y las formas asociativas - inter e incluso transdisciplinarias - de acción.

Esto resulta particularmente preocupante en momentos en los cuales el conocimiento y las aplicaciones científicas y tecnológicas resultan fundamentales para generar riqueza y bienestar en la sociedad.

A este cuadro inicial debe agregarse el criterio de saturación presencial - academia forzada - que caracteriza a la mayoría de los planes de estudio. El elevado número de asignaturas y la considerable carga de clases presenciales por semana reflejan una situación que por paradójica no es menos crítica: los estudiantes de ingeniería civil, por atender a sus compromisos de clase convencional, no tienen tiempo para estudiar, actuando como gestores de su propia formación.

Por otra parte, en la estructura de los planes de estudio predomina el carácter lineal, rígido, pleno de prerrequisitos y obligaciones, ahogando

alternativas de flexibilización que permitan a los estudiantes elegir áreas de su interés y trabajar con los profesores a quienes quisieran emular y de quienes aspirarían a ser pares.

Puede decirse que las posibilidades de planes de estudio de carácter flexible se han sacrificado para facilitar la organización de las Facultades y Departamentos, y para hacerlos compatibles con las dificultades administrativas y las estrecheces presupuestales de algunas instituciones, públicas o privadas, de Educación Superior.

Una mención aparte merece la caracterización unidisciplinaria de las asignaturas y actividades que conforman los planes de estudio en Ingeniería Civil. Los alumnos son forzados a aceptar una suerte de especialización precoz, para la cual no han madurado académicamente; no como producto de su libertad de elección, sino como consecuencia de un enfoque simplista e insular del tratamiento de los problemas que enfrenta la profesión.

Los esfuerzos de integración que periódicamente se intentan en algunas instituciones y programas no superan el carácter insular y, en consecuencia, no contribuyen a romper el círculo vicioso del tratamiento ultraanalítico de las distintas asignaturas y actividades curriculares. Paradójicamente, los esfuerzos de integración no reúnen el apoyo integral de los docentes y directivos. Esta situación se agrava cuando se considera que la modalidad de vinculación de docentes en algunos programas no cumple con requisitos mínimos de inducción a las instituciones, y de esta manera no pueden evitar que cada profesor interprete su especialidad como el centro de gravedad del mundo profesional.

Resulta preocupante comprobar que el divorcio que existe entre las distintas disciplinas que usualmente concurren en la solución de las necesidades de la sociedad, se extiende incluso a las mismas especialidades en las cuales la práctica profesional ha ido segmentando el ejercicio de la ingeniería civil.

Esta especie de autismo en el cual desembocan algunas asignaturas y actividades del plan de estudios se traduce, por supuesto, en mayor consumo de recursos docentes y administrativos por cuanto el carácter cerrado de los programas, metodologías y formas de evaluación incrementa los riesgos de repetición de temas comunes, distorsiona la naturaleza integral de los problemas a los cuales se enfrentan los ingenieros y despilfarra tiempo - de estudiantes y profesores - que podría emplearse en mejores y más eficientes alternativas de formación.

La característica de interdisciplinariedad de los estudios y proyectos de ingeniería no aparece como una condición superimpuesta al plano de desarraigos y aislamiento que identifica a los programas. Su aceptación y

El fortalecimiento implican un esfuerzo sostenido de aplicación en todas las actividades y trabajos asignados a los estudiantes, es decir, se aprende a trabajar en forma interdisciplinaria únicamente trabajando con la convicción de que el esfuerzo de distintas disciplinas y saberes alcanza mayores niveles de eficiencia y aprovechamiento de los recursos que las iniciativas aisladas y ultra - especializadas.

Se detecta también en el análisis de los planes de estudio, una marcada debilidad en la capacitación de los alumnos en el uso de herramientas - tanto analíticas como instrumentales - de ingeniería, a pesar del vertiginoso avance y la extraordinaria transformación que ha surgido en estas áreas, justamente debido al desarrollo de otros saberes y conocimientos: la electrónica, la informática y sus aplicaciones en metrología, representación gráfica, comunicaciones, redes, simulación y modelamiento. En este caso, aparte las razones de obsolescencia del conocimiento por parte de directivos y docentes acerca de las mencionadas herramientas, deben considerarse seriamente las limitaciones presupuestales y el ambiente tecnológico predominante en el área de influencia de la universidad.

Se ha renunciado, en forma generalizada, en los planes de estudio a explorar las virtudes pedagógicas del error y por ello es marcada la ausencia de espacios para estudio y evaluación de proyectos reales de Ingeniería Civil - exitosos o no - desarrollados en el país o fuera de él. Esta deficiencia se traslada, amplificada, al ejercicio profesional. La experiencia señala que no es una práctica común que los ingenieros acepten la crítica sobre sus obras y proyectos; aún cuando la evidencia de los colapsos y la naturaleza de los errores pudieran sugerir la presencia de fallas humanas; y, por supuesto, es menos común que los fracasos de algunas obras sean origen de experiencia, criterio y buen juicio para futuros proyectos. La situación se antoja verdaderamente dramática cuando se considera que ni siquiera las obras exitosas, que sonafortunadamente una buena cantidad, son objeto de estudio serio en las Facultades y Programas de Ingeniería Civil. Conviene llamar la atención acerca de la confusión que puede presentarse entre el aprovechamiento de las obras y proyectos como fuente de información para los futuros ingenieros, y el simple expediente de visitar dichas obras como parte rutinaria de una asignatura o una actividad del plan de estudios.

En el ambiente académico predominante en la formación de los ingenieros civiles, es un hecho que la componente técnica y las ciencias básicas concentran el mayor interés y reclaman los principales esfuerzos de los responsables de la administración universitaria. Así, además del predominio de tales áreas dentro de la estructura curricular; se percibe un mayor celo en la selección de docentes y programas relacionados con ellas. Así mismo, la administración y la logística asociada con las aulas, laboratorios, bibliotecas, centros de cómputo, prácticas de campo, garantías, ejercicios en la industria, e incluso los consultorios y oficinas

orientadas al apoyo de la comunidad, están concebidos, organizados y dotados a partir de consideraciones centradas en el desarrollo y aplicación de las habilidades físico-matemáticas, los conocimientos de ciencias de ingeniería y el entrenamiento en el uso de instrumentos e ingenios técnicos.

Eventualmente, y como una concesión graciosa a los crecientes reclamos de una formación integral de los ingenieros las instituciones universitarias responden tratando inicialmente de superar la indiferencia hacia las ciencias sociales mediante el artificio, eminentemente simbólico, de incorporar a los planes de estudio de los programas de ingeniería civil, algunas asignaturas aisladas e inconexas, evocaciones extemporáneas de la universidad humanística o de los auges helénicos o florentinos, desligadas de la realidad social circundante, y sin relación clara con la componente técnico-científica del plan de estudios.

Algunas actividades extracurriculares complementan estas respuestas, normalmente dentro del mismo esquema de insularidad y ruptura. Desde luego, de prevalecer este cuadro en la formación de los estudiantes, se antoja como una posibilidad, muy remota, su capacidad de integración efectiva de los elementos socioeconómicos, culturales y políticos que acompañan, de manera irrevocable, el posterior ejercicio profesional de los ingenieros civiles.

Cualquier aproximación al ideal de formación integral pasa por el conjunto de atributos que deben proveer las ciencias sociales - la componente humanística - en la educación de los ingenieros civiles. Tales atributos incluyen, al menos: la formación filosófica, la habilidad en el uso del lenguaje, el desarrollo de un fuerte compromiso ético y el impulso a las actitudes de liderazgo social y participación política calificada.

Las políticas educativas predominantes, influenciadas por los modelos de desarrollo económico impuestos a los países, orientan a las universidades, y en general a todo el sistema educativo hacia la comercialización del conocimiento, mediante la satisfacción mediocre e inmediatista de las necesidades y demandas del mercado. Las universidades dedican entonces grandes esfuerzos a la formación y capacitación de los individuos que asimilen acríticamente las técnicas y procedimientos; los programas de formación profesional se orientan a enseñar resultados, olvidándose del papel creador necesario en la ciencia, la técnica y la cultura. Algunas entidades anuncian incluso, con inexplicable orgullo, el abandono paulatino de la teoría y la abstracción, en beneficio de la mal llamada formación práctica; el entrenamiento sin discernimiento; el afán por alcanzar y servir complacientes a los procesos y a las máquinas.

De esta manera se le da la espalda a la sociedad, declarándose, conscientemente, ajenos a los problemas nacionales, tales como: la baja cobertura de los servicios públicos, el hacinamiento, la violencia, la

Corrupción y la miseria que se viven en el campo y las ciudades; ajenas al deterioro ambiental y al problema social originado en el desempleo, en los precarios servicios de salud y en la deficiente educación que recibe la mayoría de la población.

Un aspecto que hace coincidir las preocupaciones de los responsables de los programas de formación de ingenieros civiles tiene que ver con la planta docente. En general, sigue predominando la vinculación de profesores de cátedra sobre la modalidad de docentes e investigadores de tiempo completo. Esta situación se agrava al considerar que un notable porcentaje de los docentes universitarios colombianos exhibe apenas formación básica de pregrado y que, en general, está ausente la capacitación en pedagogía y didáctica por parte de las universidades.

Existe una circunstancia, particularmente llamativa en las universidades públicas, y es el hecho de que buena parte de los profesores de ingeniería tienen promedios de edad cercanos a la de jubilación y al ser relevados se hará ostensible un vacío generacional marcado en un período, una generación completa, sin profesionales dedicados a la docencia o a la investigación. Este grupo intergeneracional no se ha notificado de los cambios tecnológicos, agravando el problema de obsolescencia en el manejo de nuevas herramientas en ingeniería civil.

Por otra parte, en el relevo generacional en los programas se corre el riesgo de vincular docentes de perfil teórico con estudios de alto nivel pero sin experiencia en la práctica de la ingeniería. Probablemente estos docentes e investigadores están familiarizados con los computadores y sus aplicaciones, pero quizás extrañarán el contacto con el concepto físico, que es esencial en ingeniería civil.

Los planes de estudio existentes no promueven la divulgación de resultados, es decir, niegan las posibilidades de popularización del conocimiento. Esta puede ser una consecuencia del hecho preocupante de que en esos programas no se crean conocimientos, sino que su estructura apenas permite la repetición acrítica de conceptos separados de la realidad y las necesidades cercanas al área de influencia de la universidad. Si no existe la opción de producir nuevos saberes, solamente es posible consumir los antiguos, con el riesgo de exceder su fecha de vencimiento e intoxicar a los consumidores directos y a sus clientes potenciales.

La extensión aparece frecuentemente confundida con la consultoría, como si se tratara de términos sinónimos; por esta razón, los esfuerzos institucionales y el trabajo de docentes, e incluso de estudiantes, corren el riesgo de convertirse en formas de peligrosa e injusta competencia con los ingenieros civiles particulares y sus firmas de servicios. En el mismo sentido, los programas de educación continuada carecen, paradójicamente, de continuidad y derivan peligrosamente hacia el simple afán

de la conquista de mercados y la obtención de lucro para las instituciones, sin establecer nexos curriculares con los programas de formación, ni producir expansiones del conocimiento, ni servir de puente hacia los cursos de postgrado. Su número, sorprendentemente alto, ofrece una falsa sensación de actividad universitaria y un equívoco signo de vitalidad y dinamismo académico, mientras probablemente están distrayendo recursos, de por sí escasos, que debilitan aún más los programas regulares de formación, sin ofrecer a cambio incrementos sensibles en el balance social de las inversiones realizadas.

Las relaciones de la universidad con otros sectores sociales tienen serias limitaciones, originadas en estereotipos de autonomía y mutuas desconfianzas. Los intentos de aproximación al sector productivo están restringidos por la capacidad operativa de las instituciones universitarias, y fuertemente influenciados por las características locales y regionales. Por lo demás, los consultorios y servicios de apoyo a la comunidad no han alcanzado desarrollos suficientemente vigorosos para esperar de ellos verdaderos modelos de influencia universitaria en sectores sociales amplios; en la mayor parte de los casos corresponden más a formas de organización estudiantil motivadas por sentimientos genuinos de solidaridad y servicio comunitario, y no a esquemas universitarios cohesionados de servicio a los sectores deprimidos de la sociedad. En estas formas de extensión solidaria existen altos riesgos de manipulación y utilización política que deben ser identificados y erradicados, como mecanismo de preservación del espíritu universitario.

III.

Tendencias en la formación de ingenieros civiles en Colombia

Estas **tendencias** se han identificado a través de las propuestas y **discusiones** realizadas en los diferentes eventos especialmente en los **Seminarios Nacional e Internacional**, en los cuales se discutieron las **características** de los planes de estudio, se abordaron las metodologías de **enseñanza**, y otros aspectos relacionados con la actualización y **modernización** curricular en ingeniería civil. En este proceso resulta **particularmente** productiva la tarea de las mesas de trabajo, en las cuales **participaron** activamente tanto los representantes de las universidades **colombianas**, como los conferencistas nacionales y extranjeros, los voceros del sector **productivo** y los invitados de las instituciones de educación superior.

Se trata de **examinar** cuál es la función de la ingeniería en la solución de los **grandes** problemas que enfrentará Colombia en el mediano y largo **plazo**, y **dentro** de esa función, reflexionar sobre el papel del currículo. Este **debe** considerar objetivamente las tendencias y contextos regionales, **nacionales** e **internacionales**, así como observar aspectos tales como el **desarrollo** de la ciencia y la tecnología y el grado de desarrollo económico y social del país, con una visión prospectiva, visualizando escenarios a **quince** o veinte años, para procurar identificar, de acuerdo con los **resultados** del análisis, el tipo de profesional que requiere el país para **alcanzar** las metas propuestas.

La **pregunta** fundamental para desarrollar un ejercicio prospectivo: ¿Están **preparados** los ingenieros, en particular los ingenieros civiles, para **enfrentarse** a la sociedad del futuro?. La respuesta se encuentra como **producto** de la reflexión sobre el énfasis y la profundidad con los cuales **están** siendo atendidos en las facultades cuatro elementos fundamentales:

- El **enfoque** sistémico del mundo
- La **capacidad** de pensar
- La **experimentación**, y
- El **trabajo** en equipo.

Un enfoque sistémico del mundo requiere identificar las tendencias mundiales en materia de competitividad y crecimiento científico y tecnológico para compararlas con la situación colombiana, precisar los problemas y retos del futuro; especialmente en lo que tiene que ver con el papel de la ingeniería civil en los nuevos escenarios, y, finalmente, proponer una estrategia de desarrollo de los programas de ingeniería civil en el país.

Hablar de Ingeniería es, o debería ser, referirse a uso racional de tecnología, solvencia y creatividad en diseño, pero también es evocar conceptos de riqueza, de incremento del patrimonio de una nación. Es la combinación equilibrada de la riqueza asociada con los recursos y la representada en el conocimiento. El ejercicio de la ingeniería civil, como el de las grandes empresas contemporáneas, debe hacer del conocimiento su principal activo, reforzando de esa manera su carácter de disciplina profesional que permite dar valor agregado a los productos y servicios; tal como lo reclama el régimen de exportaciones competitivo que hace parte de un proceso de internacionalización económica.

Los ingenieros deben formarse para mejorar su capacidad de negociación, especialmente en el área de intercambio de tecnología. El precio de ésta es inversamente proporcional al conocimiento y habilidad del negociador y se convierte en un factor fundamental de los escenarios internacionales en los cuales ha de desenvolverse la ingeniería en el futuro. La clave del éxito en una negociación tecnológica es disponer de una clara y consistente estrategia de desarrollo a largo plazo. Ese es el elemento fundamental: tener una visión de futuro, hacer uso de la prospectiva para consolidar un propósito nacional, es decir, una estrategia de Estado, permanente, por oposición a los planes de gobierno, transitorios y cambiantes.

Conocer las grandes tendencias mundiales en competitividad permite vencer el aislamiento y facilita la confrontación con el mundo para aprovechar las oportunidades de una manera racional. Se examinan a continuación, por supuesto de manera no exhaustiva, las principales tendencias mundiales contemporáneas.

1. Producción mundial para un mercado mundial

Se precisa una concepción global de la producción, y conciencia de la forma como la demanda gobierna al mercado. La producción se personaliza, por oposición al modelo de producción masificada que la caracterizó hasta hace unos años. Es interesante confrontar los mapas económicos actuales con los de hace 20 ó 25 años para verificar los profundos cambios que han sufrido escenarios comerciales e industriales como los de las áreas de influencia de Norteamérica, Europa y Japón.

En países como Colombia la promoción de exportaciones para alcanzar metas importantes en los mercados mundiales debe estar acompañada del incremento de la dinámica del mercado interno. Para la ingeniería civil nacional seguirá siendo un compromiso fundamental la construcción de infraestructura y la atención de necesidades básicas para facilitar la incorporación al mercado de la población pobre del país.

2. Competencia mundial

En esta competencia participan las empresas, pero también lo hacen los países. Las primeras son el centro de la competencia, pero sin obras de infraestructura, vías y puertos adecuados, sin comunicaciones usuarias de los más recientes avances tecnológicos, por eficientes que pudieran ser las empresas, no pueden competir. Entonces la tarea de los ingenieros civiles está íntimamente relacionada con la preparación física del país para que sus empresas puedan afrontar la competencia internacional, sin ofrecer handicap por las deficiencias y atrasos de su estructura de soporte.

3. El uso intensivo del conocimiento

El incremento en la componente intangible del valor agregado a los productos y la expansión de los servicios como fuente de ingreso para los individuos, las empresas y los países, señala horizontes especialmente llamativos para la ingeniería civil. Es indudable que en las circunstancias previsibles del futuro cercano los productos primarios de las economías tienen cada vez un uso más secundario, es decir su estrategia como productos básicos disminuye, en gran parte, debido a la creación en los laboratorios de nuevos materiales que pueden reemplazar y de hecho están reemplazando a las materias primas tradicionales, con el consiguiente golpe a las economías de los países dependientes de tales fuentes de ingreso.

La combinación equilibrada de los avances tecnológicos universales con los materiales y saberes locales, puede ofrecer alternativas interesantes para los ingenieros, en áreas tales como la construcción de vivienda, el empleo de materiales ecológicamente amistosos, la gestión energética, entre otros. Esto, por supuesto, supone enfrentar problemas igualmente novedosos como los relacionados con la privatización del conocimiento y su protección a través de sistemas de propiedad intelectual incorporados gradualmente como aporte de las exigencias internacionales resultantes de la nueva concepción del conocimiento como fuente de riqueza.

4. Vinculación cada vez mayor entre universidad y el sector productivo

Las alianzas entre las universidades y diversos sectores de la sociedad se extienden por todo el mundo, particularmente por las regiones del planeta donde ambos sectores son fuertes y exhiben trayectorias coincidentes en sus intereses y expectativas. El solo conjuro de la cooperación no generará beneficios inmediatos ni esquemas de crecimiento milagroso. No obstante, en el futuro y con unas condiciones especiales, sin que ni la universidad ni el sector productivo traicionen sus vocaciones respectivas, será común la asociación entre el conocimiento y la industria. En lo referente a las áreas de desarrollo en ingeniería civil, virtualmente todos sus campos y especializaciones son potencialmente aptos para intentar acercarse a la industria y procurar beneficios mutuos, que son - en últimas - beneficios sociales.

Esto supone una formación orientada hacia la gestión empresarial como una dimensión adicional en la preparación de los ingenieros civiles, reforzando la componente administrativa y financiera de los programas.

5. El uso intensivo de las comunicaciones

Navegar en el conocimiento, resulta una metáfora apropiada para los tiempos que corren. De esa manera se resalta la relación de crecimiento exponencial que experimentan la información, la tecnología y el conocimiento. La vida diaria y las rutinas domésticas y laborales se han visto afectadas por esta expansión colosal, y en consecuencia, resulta indudable que los métodos de enseñanza sufrirán, de hecho ya están sufriendo, un contundente impacto. Probablemente sea la ingeniería una de las disciplinas más susceptibles, de tal suerte que puede suceder que se ofrezcan trozos de conocimiento, incluso sin utilidad para su empleo a corto plazo ¿Cuál debe ser entonces el tipo de enseñanza que debe ofrecerse para satisfacer el compromiso con las futuras generaciones?. La repercusión de todos estos cambios en la ingeniería civil es inobjetable, dado que las obras se diseñan, dimensionan y construyen ser usadas en el futuro, y ese futuro es fuertemente dinámico, concebido en un ambiente de trabajo remoto, a través de redes universales de computadores, centros virtuales de desarrollo tecnológico, y períodos de obsolescencia cada vez más cortos para la tecnología de las comunicaciones y los computadores.

6. Producción sostenible

Es una de las mayores responsabilidades de la ingeniería civil, y desde luego plantea modificaciones de fondo en la formación de los nuevos

profesionales. A ellos corresponderá preservar los recursos naturales de las generaciones futuras mientras disponen la infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades de la sociedad actual. Este es un reto muy grande para la ingeniería, que en el caso colombiano es particularmente complicado, porque ¿cómo se le puede exigir a la población marginada que se acerque a los recursos naturales con criterios de sostenibilidad?. La ingeniería civil tiene una gran responsabilidad social en este compromiso de equilibrio entre la protección de los recursos naturales y la satisfacción de las necesidades básicas de la población desprotegida. Como agravante de esta situación debe considerarse que la riqueza natural enfrenta como problema básico el desconocimiento nacional de la biodiversidad y la riqueza bruta del país en ciertos recursos minerales. Como resultado de ese desconocimiento el país pierde, mientras otras naciones e incluso empresas multinacionales se aprovechan del patrimonio natural que poseemos.

7. Una nueva cultura organizacional

Las organizaciones verticales, de jerarquias rígidas y normatividad inflexible están en abierto descenso, mientras se privilegia y promueve el trabajo en equipo a través de organizaciones con menos instancias decisorias, más comunicación, más delegación de responsabilidad y recursos, es decir, de poder, en las personas. En Colombia no existe cultura del trabajo en equipo, y esto puede interpretarse como resultado de modelos educativos en los cuales predomina el culto al individualismo, promovido por un esquema aprendido en el aula desde los niveles básicos de la educación. Es imperativo modificar los patrones de formación, para estimular el trabajo en equipo, el uso solidario de la tecnología y la apropiación colectiva de los nuevos conocimientos. Este es un requisito *sine qua non* para iniciar un proceso serio de consolidación de la investigación en las facultades de ingeniería, así como para promover la conformación de empresas por parte de los egresados, como alternativa para los consuetudinarios planteamientos de formación profesional para el empleo.

Este es un país por construir, lo cual de por sí representa un reto interesante para la ingeniería. Una rica dotación de recursos naturales, biodiversidad, bellezas escénicas fuente de turismo respetuoso del entorno y acompañado de escrupulosas medidas de protección sanitaria, es decir, con la ingeniería actuando para oponerse a la degradación de los recursos.

Cuando se plantean escenarios posibles para el país y el ejercicio de las profesiones claves para su desarrollo, dentro de las cuales indudablemente la ingeniería civil seguirá contándose, es conveniente preguntarse por los actores de esos futuribles. ¿Quiénes y cómo pueden protagonizar el cambio de actitud para favorecer la competitividad y aclimatar el concepto de

calidad en nuestro medio ? Indudablemente en el planteamiento de una nueva forma de educar a los jóvenes reposa la principal herramienta para concretar todos los pronósticos y validar todas las tendencias descritas. Esa nueva forma de educar debe incluir - por supuesto - a las facultades de ingeniería.

Se precisa además trabajar por un desarrollo económico y social sostenible, por la desconcentración de la riqueza y las oportunidades, por el incremento de la capacidad de ahorro, la creación de una capacidad competitiva, la eliminación de la pobreza, la planeación y la inversión a largo plazo, el desarrollo científico y tecnológico, el fortalecimiento del Estado y el mejoramiento de la calidad de la justicia. En un país nuevo, así modelado, la ingeniería civil debe continuar trabajando para satisfacer, principalmente, dos tipos de necesidades: las sociales a través de las obras de infraestructura, tales como: vías de altas especificaciones, comunicaciones, puertos y aeropuertos eficientes, transporte intermodal, energía de alta disponibilidad y bajo costo; y las individuales a través de la producción de bienes y servicios. En las nuevas condiciones de desarrollo se esperarían demandas por servicios de ingeniería relacionados con montaje, construcción, operación y mantenimiento; por lo demás, ingeniería de diseño e ingenieros investigadores son factores de crecimiento necesarios para el nuevo modelo de país.

Justamente a propósito de investigación en ingeniería civil es preciso reconocer la urgencia de superar la pobreza de resultados en esta área. Es verdaderamente preocupante el escaso número de investigaciones formalizadas que se desarrollan en esta especialidad. Para transitar exitosamente hacia nuevas formas de servicio a la sociedad, la ingeniería civil debe reconocer que la investigación debe convertirse en el centro del quehacer universitario. No significa que todos los universitarios estén obligados a investigar, sin definir previamente recursos, potenciales y vocaciones, pero sí que la actitud favorable hacia la investigación debe alimentar los procesos de educación a todos los niveles.

La universidad no puede continuar como agente de simple transmisión de conocimientos ajenos, sin proponerse, al menos, adaptarlos a las condiciones nacionales. La formación de núcleos o grupos de investigación es un proceso largo que debe iniciarse cuanto antes y debe partir de la articulación curricular, negando el divorcio entre la universidad y la escuela. Para la ingeniería nacional se precisa adoptar un esquema de formación integral, que incluya conceptos y práctica en gerencia, ciencias básicas, formación humanística, liderazgo y responsabilidad. Nuevos modelos pedagógicos, alejados del paradigma magistral y mucho más cercanos a los intereses, potencialidades, talentos, vocación y capacidad de trabajo de los estudiantes, a quienes debe trasladarse la responsabilidad de la formación, entendida como un proceso permanente.

Para el futuro, la situación marginal que tiene la investigación actualmente dentro de los programas de formación de ingenieros civiles debe cambiar seriamente, como forma de garantizar generación y apropiación eficiente de nuevos conocimientos, y de promover su adaptación para el aprovechamiento social. Debe advertirse que alcanzar nuevas fronteras en investigación y desarrollo en ingeniería civil supone atender seriamente el problema planteado por la preocupante proliferación de programas y facultades de discutible calidad; aún de maestrías y especializaciones que no cuentan con el respaldo de verdaderos planes de investigación e indudablemente distorsionan el cálculo de potenciales ciertos de instituciones comprometidas con el crecimiento científico y sus repercusiones sociales y económicas.

Tras estas consideraciones debe agregarse que la ingeniería civil tiene otros retos de no menor trascendencia que la reconversión curricular y la preparación para nuevas condiciones de exigencia y competitividad. Algunos de tales desafíos tienen que ver con actividades de tanto valor estratégico como:

- Ejercer liderazgo para alcanzar el desarrollo nacional.
- Impulsar la participación política de todos los ciudadanos.
- Modernizar el aparato productivo.
- Administrar con criterios gerenciales la tecnología.
- Crear cultura de la normalización y la metrología.

Este semejante compromiso exige de las universidades y sus facultades de ingeniería la adopción de una estrategia, de amplios alcances; para que a partir de ella se defina la misión institucional, que una vez aceptada y declarada, permita identificar y sostener una política coherente de ciencia y tecnología, construir y ocupar un espacio institucional trascendente, y actuar como estímulo y ejemplo, por la práctica y el ejemplo, para la sociedad en su conjunto.

En un plano más específico, el desarrollo de la ingeniería civil es el resultado del compromiso óptimo de tres factores: economía, seguridad e información. Este compromiso no es fácil de lograr, ni es siempre explícito, pero debe buscarse. Como resultado de ellos está la acción: el compromiso por excelencia de los ingenieros. Así, mientras la ciencia básica se pregunta ¿qué hay que conocer? la ingeniería debe preguntarse ¿qué hay que hacer?. Está obligada a la acción utilizando los recursos disponibles, empleando el ingenio, la experiencia y el buen juicio para obrar con rapidez. El ingeniero no puede esperar a que estén dadas las condiciones óptimas para iniciar un trabajo que la sociedad necesita con urgencia; normalmente existen fuertes limitaciones de tiempo y de dinero para hacer las cosas. Estas circunstancias no se han modificado, ni lo harán de manera radical en el mediano plazo, contrariamente a lo que pudiera creerse, por la existencia de computadores. En realidad, existen tiempos y costos mínimos para realizar los trabajos.

Sobre todo es fundamental disponer de tiempo para pensar. No debe olvidarse que siempre existirán probabilidades de falla en las obras de ingeniería, a pesar de la exactitud en los cálculos y el cuidado en el diseño.

Convendrá a los ingenieros de la próxima generación ser formados para aprender a reconocer las prioridades reales del país. Nuestra población, a cinco años de iniciar el siglo XXI, no tiene garantía de agua, alimento y habitación. Por esta razón, es de esperarse que los limitados recursos disponibles se utilicen para investigar sobre cómo resolver los problemas básicos de la sociedad. En el caso de la ingeniería civil, tan cercana a las necesidades sociales, la investigación debe reconocer y apreciar las distintas formas de saber que coexisten en el diario ejercicio de la profesión, es decir, debe ser posible disponer de mecanismos de investigación que permitan el esfuerzo conjunto de Doctores y Magisteres, pero también de maestros de obra y otros dueños del saber popular.

Esta situación se torna más apremiante por la ausencia de información, o la deficiente calidad de su tratamiento, circunstancia que obliga a usar la experiencia como sustituto del modelo terminado. En resumen una estrategia para mejorar nuestra percepción de los problemas debe considerar la asignación de recursos al descubrimiento del territorio y a la formulación de planes de investigación en infraestructura, que acepte y promueva métodos y saberes propios.

Las universidades deben tener un plan concreto que se inicie por el reconocimiento del país. La investigación debe conducir a modificar los plazos políticos que han deteriorado la calidad de los trabajos de ingeniería. Porque una cosa es disponer de computadores, programas y procesadores de palabra; pero otra, muy distinta, es hacer las cosas bien. Nuestra ingeniería no hace evaluación ni seguimiento de las obras y los proyectos; así que no sabemos por qué pasan las cosas o por qué no pasan. No sabemos cómo funcionan las cosas, ni aprovechamos las experiencias, aún las más dolorosas, para aprender. El afán de lucro elimina los estudios y niega los recursos para evaluar y aprender; y esto sólo puede superarse si se acepta que la ingeniería es, ante todo, un servicio y no un simple negocio.

La ingeniería civil es la responsable de haber creado la infraestructura que permitió el desarrollo de la humanidad, hasta la forma cultural que hoy conocemos. La historia de la ingeniería civil puede rastrearse hasta miles de años atrás, para encontrarla en obras como las pirámides de Egipto, los acueductos romanos, los sistemas de riego en las culturas precolombinas y en general, en los edificios que reemplazaron a las cavernas para dar abrigo y protección al hombre y a su organización social. El futuro de la ingeniería civil como ejercicio social de respuesta a las necesidades de la humanidad está asegurado, por la existencia de

estas necesidades, y por el compromiso de atenderlas en cualquier época de la historia.

Ciertamente los nuevos sistemas de comunicación y transporte han reducido el tamaño del mundo de tal manera que las fronteras políticas y geográficas no existen realmente para la ingeniería civil, lo cual de hecho la convierte en una profesión global. Las diferencias en la práctica profesional son, en la mayoría de los casos, de carácter no técnico, y en consecuencia derivan de factores como: esquemas culturales, lenguaje, preparación universitaria, reglamentos locales y otros factores de menor importancia. Por otra parte, la cantidad de nuevos conocimientos, imprescindibles para cumplir los compromisos profesionales, es de tal magnitud, y tan rápida su obsolescencia y sustitución, que no es posible siquiera informar sobre ellos en el periodo asignado en las universidades para completar la formación. Por tal razón deben actualizarse permanentemente los planes de estudio para permanecer fieles a la obligación de preparar profesionales competentes para trabajar no solo en su ambiente local, sino frente a las exigencias del mundo. Los nuevos ingenieros civiles pertenecerán a una generación que debe estar preparada para ejercer la profesión globalmente. El escenario de su acción se extiende por todo el planeta, e incluye las estructuras que se encuentran en el espacio por el cual transita.

IV.

Plan básico de estudios en el programa de ingeniería civil

La ingeniería civil incorpora en su haber nuevos conocimientos en forma permanente, y de esa manera hace suyos los progresos de la física, la química, la biología y en general de las ciencias básicas, sin desconocer los compromisos con las ciencias sociales, la economía y la administración incluidas. La necesidad de observar normas, reglamentos y legislación encaminada a proteger los recursos naturales ha añadido nuevas responsabilidades y, por supuesto, nuevas dimensiones a la profesión. El deber de velar por la seguridad de los trabajadores, el financiamiento de las obras, la administración de las mismas, el crecimiento de la industria privada con sus nuevas generaciones de empresarios; crearon para el ingeniero civil sucesivas necesidades de adquirir y consolidar conocimientos básicos de economía, finanzas, banca, administración y comunicaciones, entre otros.

El conocimiento necesario para desempeñarse adecuadamente como ingeniero civil ha crecido desmesuradamente durante los últimos cincuenta años. El desarrollo de la electricidad, la aparición de nuevos materiales, los avances químicos y nucleares, han causado una presión enorme sobre la ingeniería civil. De tal magnitud ha sido el avance de todos aquellos conocimientos, y tal su impacto sobre la profesión que aquellas áreas que aún hace menos de cincuenta años se consideraban parte del plan de estudios de la ingeniería civil, y se ofrecían como cursos dentro de sus programas, son ahora carreras universitarias completas, con su propio plan de estudios y sus propios desarrollos tecnológicos e investigativos.

Los planes de estudio necesitan reformas y cambios drásticos para enfrentar las demandas actuales de la profesión. No solo es necesario reformar el currículo, es necesario considerar la conveniencia de discutir la redefinición misma de los alcances y campos de acción de la ingeniería civil, e incluso el número mínimo de años de estudio necesarios para garantizar a la sociedad un egresado competente. Con el cambio de la práctica de la ingeniería civil de un ambiente local a un mercado global;

con los cambios efectuados en los nuevos tratados de libre comercio, que incluyen cláusulas que se refieren al intercambio de profesionales capacitados; con los tratados de equivalencia de estudios de ingeniería entre varios países; los ingenieros civiles deben asegurarse de que sus planes de estudio y su currículo, no solamente les permitan contribuir al desarrollo de su entorno local, sino que les garanticen la participación competitiva en el campo internacional.

Los elementos pedagógicos son muy importantes dentro de los procesos de actualización y modernización curricular, circunstancia que obliga a reflexionar profundamente sobre la necesidad de capacitación de los docentes en aspectos relacionados con las metodologías de enseñanza, el uso de apoyos didácticos y la exploración de formas alternas de evaluación del trabajo académico. Una vigorosa campaña debe conducir a replantear el concepto de profesor de asignatura, sustituyéndole por el más procedente de profesor de programa.

Una parte importante de la ineficiencia del sistema educativo está directamente relacionada con la carencia de medios físicos y soportes administrativos y logísticos. La existencia de laboratorios, equipos de cómputo y comunicaciones, instrumentos, aulas especializadas, si bien por sí sola no garantiza calidad en la formación de los ingenieros, si constituye un elemento de apreciable valor dentro de los propósitos de modernización curricular.

Dentro de este esquema de recursos es crucial la concepción de la responsabilidad de la universidad, como institución marco, para apoyar los procesos de actualización y cualificación de sus facultades y programas. Es muy importante integrar a los profesores a la universidad, para que aprendan a usar los recursos de toda la institución. Este tipo de visión es imprescindible, sobre todo si se predica la formación integral de los alumnos.

Es importante el aspecto cultural, tanto en la formación de los nuevos ingenieros como en el ejercicio profesional. El ingeniero debe estar ligado a su profesión, y como en un matrimonio, debe guardar fidelidad a su profesión; observando un comportamiento irreprochable desde el punto de vista ético en todo trabajo que emprenda en ingeniería civil. Está llamado el ingeniero, por la plural dimensión de su formación y la dilatada repercusión de sus tareas, a asumir posiciones de liderazgo social y político, hasta ahora tradicionalmente reservados a otras profesiones. En este sentido, los profesores deben ser el modelo de entereza y liderazgo para sus alumnos, no solamente mediante la prédica sino, lo que es más importante, a través del ejemplo.

Estas consideraciones anteceden, por su pertinencia, al análisis de los aspectos relacionados con el plan básico de estudios en los programas de

ingeniería civil, los cuales incluyen, fundamentalmente, los siguientes términos:

- Definición de la ingeniería civil,
- Título que se otorga
- Duración de los estudios,
- Perfil profesional,
- Plan mínimo de estudios
- Areas básicas y objetivos
- Distribución de las componentes del plan de estudios
- Recursos específicos,
- Estrategias metodológicas, y
- Soporte administrativo e investigativo.

1. Definición

Una definición representativa de la disciplina la señala como un conjunto de actividades basadas en la aplicación de las ciencias físicas y las leyes naturales orientadas a la planeación, diseño, cálculo, dirección y ejecución de obras y proyectos en el campo de la ingeniería civil, que incluyen: estructuras y edificaciones, vías y transportes, obras hidráulicas y de saneamiento ambiental, geotecnia y construcciones.

2. Título que se otorga

Ingeniero civil

3. Duración

Cinco (5) años si se adelantan en jornada diurna; y seis (6) años si se desarrollan en programas de jornada nocturna

4. Perfil profesional

El egresado de esta carrera puede encontrar como campos de desempeño profesional los siguientes:

- Elaborar proyectos de vías de comunicación terrestre y dirigir su construcción
- Diseñar, calcular y preparar especificaciones técnicas de estructuras de edificaciones y obras civiles, de concreto, acero u otros materiales; destinadas a vivienda, industria u otros usos
- Diseñar y dirigir la construcción de obras de saneamiento urbano y

rural; abastecimiento de agua; recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales

- Elaborar presupuestos de obra, programas de ejecución y control de inversiones
- Efectuar estudios y diseños relacionados con el uso de los suelos y rocas como medio de soporte y fuente de materiales.
- Participar en planeación de usos de la tierra, ordenamiento urbano y adecuación de terrenos.

5. Plan mínimo de estudios

Hace referencia al conjunto mínimo de conocimientos peculiares e imprescindibles de la carrera en las áreas de formación profesional, conocido también como troncalidad de la misma; expresado con los nombres usuales y genéricos de las asignaturas correspondientes.

Se subdivide en las áreas específicas, que junto con los cursos que habitualmente las conforman, se ilustran a continuación:

AREA	CURSOS (DENOMINACION Y NUMERO)
VIAS Y TRANSPORTES	Diseño geométrico de vías 1
	Transporte 1
	Ingeniería de tránsito 1
ESTRUCTURAS	Análisis de estructuras 1
	Diseño de estructuras 1
	Materiales de construcción 1
HIDRAULICA	Hidráulica 1
	Acueductos 1
	Alcantarillados 1
	Saneamiento ambiental 1
GEOTECNIA	Fundaciones 1
	Pavimentos 1
	Mecánica de suelos 1

Distribución de los componentes del plan de estudios:

Se presenta a continuación un esquema genérico de distribución porcentual de las distintas áreas que componen el Plan de Estudios de un programa de ingeniería civil. Esta asignación de proporcionalidad no está ligada a la importancia de las áreas, ni señala su preeminencia o su valor estratégico dentro de la formación de los profesionales. El esquema corresponde a la participación de cada una de las distintas componentes en términos del número de asignaturas, actividades y recursos que las conforman; dentro del conjunto del plan de estudios, y representa - por supuesto sin unanimidad en los valores asignados en este modelo - el arreglo típico de buena parte de las facultades, departamentos y escuelas de ingeniería civil en el país.

6. Areas básicas y objetivos

Los objetivos de cada una de las áreas en las cuales se divide el plan de estudios se discriminan enseguida:

6.1 Area de ciencias básicas

Objetivo:

Proporcionar al estudiante los conocimientos y métodos fundamentales que lo capacitan para poder cursar las asignaturas profesionales. El dominio de las ciencias básicas será lo que permita a los egresados mantenerse actualizados y adaptarse a las cambiantes necesidades y requerimientos del desarrollo contemporáneo.

En esta área se consideran las asignaturas de matemáticas, física, química y biología.

6.2 Area socio-humanística

Objetivo:

Contribuir a la formación integral del hombre al considerarlo como sujeto del conocimiento y de conciencia, como ser social y como creador de cultura.

En esta área se consideran las asignaturas de español, lingüística, historia, idiomas, deportes, ética, ecología, estética, constitución política e instrucción cívica.

6.3 Area de formación científico-investigativa

Objetivo

Aportar los conocimientos científicos y los métodos investigativos que le

permiten al profesional no solamente servirse de los conocimientos, sino descubrirlos, crearlos, construirlos, manejarlos, comprobarlos, mostrarlos o invalidarlos.

En esta área se consideran las asignaturas de Informática, programación de computadores, probabilidad y estadística, lógica, metodología de la investigación, recolección y procesamiento de información, cibernética, investigación de operaciones, teoría del conocimiento, métodos numéricos.

6.4 Área económico-administrativa

Objetivo:

Proporcionar las herramientas teóricas y técnicas para el desempeño de las gestiones de planeación, organización, ejecución y evaluación de proyectos, procesos o empresas; así como los conocimientos y métodos de índole financiera necesarios para solucionar problemas propios del campo de acción de la ingeniería.

En esta área se consideran las asignaturas de economía para ingenieros, evaluación de proyectos, administración, legislación, gestión económica, planeación de recursos humanos, procesos contables y gestión tecnológica.

6.5 Área de formación profesional

Objetivo:

Aportar los conocimientos y habilidades necesarios para el quehacer profesional, con el fin de hacer más clara la caracterización de los distintos programas. Esta área se subdivide así:

Profesional básica:

Objetivo:

Proporcionar los elementos generales que sirven de fundamento para la comprensión y asimilación de los conocimientos, métodos y habilidades propios de cada especialidad de la ingeniería.

Profesional específica

Objetivo:

Aportar los conocimientos y habilidades específicos que necesita el ingeniero para su ejercicio profesional

7. Recursos específicos

Se identifican como estrictamente necesarios para atender los requerimientos de apoyo al programa los siguientes recursos físicos:

- Sala de dibujo

- Laboratorio de física
- Gabinete de topografía
- Laboratorio de fotogrametría
- Laboratorio de mecánica de fluidos e hidráulica
- Laboratorio de suelos y pavimentos
- Laboratorio de materiales y hormigón
- Laboratorio de estructuras y resistencia
- Laboratorio de calidad del agua
- Microcomputadores y software especializado
- Sala de audiovisuales
- Taller de producción
- Ayudas didácticas

8. Estrategias metodológicas

Por las condiciones dinámicas del programa, y las características diferenciadas de su composición, es necesario atender la formación de los estudiantes mediante la combinación de estrategias metodológicas que incluyan, al menos, las siguientes: exposiciones magistrales en las asignaturas introductorias, prácticas de laboratorio y visitas de campo como refuerzo y complemento de las presentaciones teóricas, trabajo en grupos para estimular esta forma asociada de solucionar problemas, seminarios y conferencias sobre temas específicos, sesiones de trabajo en salas de cómputo y presentación de trabajos en jornadas técnicas.

9. Soporte administrativo e investigati

Para la atención y dirección del programa se requiere una planta conformada por:

- Decano o Jefe de Programa
- Secretaría Académica
- Comité de Investigaciones.

Este último estará integrado por representantes de las distintas áreas en las cuales se ha dividido el programa.

V.

Estrategias para actualizar y modernizar el currículo en ingeniería civil

Este numeral se ocupa de presentar el resultado de las discusiones desarrolladas durante los seminarios regionales, nacional e internacional acerca de las estrategias sugeridas para cumplir el compromiso de actualizar y modernizar el currículo en los programas de ingeniería civil en el país. Las especificidades institucionales y la influencia de factores locales pueden inducir cambios en las metodologías y procesos particulares, pero en general las universidades coinciden en el esquema estratégico que fue perfilándose durante los encuentros académicos celebrados a lo largo de 1995, en diferentes universidades del país. Las reiteraciones temáticas que puedan aparecer en este resumen, obedecen a una intención de refuerzo y reflejan la coincidencia percibida, sobre muchos aspectos de la estrategia, durante el intercambio de opiniones y experiencias que se vivió en desarrollo del proceso.

Las instituciones de educación superior deben definir sus responsabilidades frente a los cambios científicos y examinar permanentemente la caducidad de los contenidos y los métodos; mientras los estudiantes deben ser guiados a través de un proceso de autoformación y adaptación a las condiciones cambiantes del mundo. Es vital el intercambio de experiencias en docencia e investigación para aspirar a formar verdaderas comunidades académicas.

Contra la rigidez formal de los "semáforos" deben flexibilizarse los planes de estudio y fortalecer el espíritu de formación integral de los alumnos, aumentando su compromiso de autoformación y permitiéndoles el acceso a temas estratégicos de prioridad nacional, promoviendo el diálogo entre profesores y alumnos alrededor de intereses académicos comunes. Por supuesto, bajo ninguna circunstancia debe confundirse la flexibilidad curricular con la laxitud o desorganización consciente de los programas y actividades curriculares.

Para superar las dificultades de relación de los ingenieros civiles con otras profesiones y saberes debe formarse a los estudiantes en un ambiente

de cooperación interdisciplinaria y diálogo con la comunidad. Debe, en consecuencia, establecerse la relación entre los planes de estudio y los contextos locales, regionales, nacionales y mundiales. De esta manera el estudiante desde un comienzo estará preparado para actuar socialmente en un mundo globalizado. Se requiere coherencia conceptual interna de los planes de estudio, así como amplios márgenes de flexibilidad y libertad de elección de asignaturas y campos de conocimiento, que incluyan las opciones de trabajar en actividades de investigación, extensión o campos profesionales de acuerdo con las habilidades y potencialidades de los alumnos.

Todo esto exige un cambio serio de actitudes, estrategias pedagógicas, protagonismos, liderazgo y modelos de evaluación. Es forzoso estimular el paso a pedagogías creativas, como requisito del desarrollo de la personalidad de los estudiantes; así como procurar la formación integral, incluso dentro de la misma profesión, para superar las divisiones internas entre disciplinas o especialidades.

La investigación obviamente desempeña un papel preponderante dentro del proceso de formación de los ingenieros, articulada con trabajos en equipo, en contra de las investigaciones aisladas que conducen a esfuerzos personales importantes que pocas veces fructifican en beneficio de la sociedad. En este sentido el trabajo en equipo se destaca como un aspecto fundamental, lo mismo que el estímulo a la creatividad y al espíritu de innovación en los estudiantes.

El cambio metodológico que estas nuevas actitudes requieren, es un difícil reto para los profesores si se consideran las modificaciones en los modelos pedagógicos. Cualquier ajuste o actualización curricular que no contemple seriamente este componente está condenado al desgaste y al fracaso. No son suficientes las estructuras de planes de estudio muy bien concebidas, apoyadas en la mejor teoría de diseño curricular, pero sin que los actores principales del proceso: estudiantes y profesores estén convencidos de que se requieren pedagogías adecuadas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las ciencias básicas como pilares en la formación de todo profesional, se vuelven, en el caso de los ingenieros, indispensables para el análisis y la comprensión del mundo físico, para el cálculo y el manejo de la lógica, para la resolución de problemas y para la operación de procesos, para el entendimiento comprensivo de las tecnologías que deben utilizar y para tener acceso al vasto y complejo conocimiento del futuro.

Del esquema vertical que ha predominado en la arquitectura de los planes de estudio, debe pasarse a un arreglo que favorezca la formación de ingenieros de amplio espectro, con cobertura horizontal, requisito de actitud interdisciplinaria, para atender las necesidades, abiertas y

multidimensionales, de la sociedad. Todo profesional debe tener formación que le conduzca a saber pensar, ser creativo, saber comunicarse, tener competencia empresarial, conocer la realidad y reconocer su papel político. El reconocimiento de que el desarrollo depende de la calidad de la ingeniería debe obligar a una reflexión sobre la responsabilidad del currículo actual de la ingeniería civil en las condiciones materiales, e incluso espirituales, de la sociedad. La incompetencia de generaciones enteras de ingenieros para comunicarse con eficacia, junto con la excesiva especialización que obliga a convocar a varios profesionales - donde uno debe ser suficiente- para atender problemas comunes; son argumentos a favor de la revisión curricular.

Pero hay más razones: la insistencia en el logro de destrezas técnicas en el miedo del arte de la ingeniería, el diseño conceptual, con las consecuencias manifiestas en la pérdida de profesionalidad de los ingenieros; el creciente impacto de la ingeniería en el ambiente y la urgencia de atenderlo con lucidez y buen juicio; y por último - en esta relación no exhaustiva - la necesidad de enfrentar el incesante cambio tecnológico con la capacidad de aprender cada día.

Se reconoce que el proceso de modernización enfrenta obstáculos que dificultan, e incluso pueden impedir su desarrollo. Una relación de los principales enemigos del cambio en el currículo muestra, entre otros: a) la baja calidad del producto del sistema escolar agravada por el hecho de que los mejores estudiantes - los rescatables de ese sistema - no optan necesariamente por la ingeniería civil; a las universidades ancladas en la contemplación de los pasados más diversos; a los profesores universitarios que representan un sector excesivamente conservador y, a las deficiencias pedagógicas producidas justamente por las características del currículo vigente.

Reconocidas las circunstancias a favor y en contra de la modernización puede examinarse el perfil esperado en los ingenieros civiles formados en las nuevas perspectivas curriculares. En términos amplios ellos deben:

- Tener una base conceptual amplia, es decir ser ingenieros civiles plenos, con un entendimiento sólido de los conceptos fundamentales de la ingeniería. Fundamentación científica, formación humanística y destreza en la identificación de problemas relacionados con: agua, ambiente, administración, estructuras, geotecnia y transportes, son los pilares de esa plenitud
- Tener desarrollada la destreza para aprender y estar comprometidos con el aprendizaje continuo; así como poseer la competencia para atender problemas de diseño de soluciones abiertas y de enfoque multidisciplinario

- Ser líderes y poseer las destrezas para la comunicación eficaz, verbal y escrita, incluido el dominio del idioma inglés con una pretensión cultural de mayor alcance que la imperfecta comprensión de los informes técnicos.
- Estar preparados en Administración y poseer la habilidad para integrarse - técnica y humanamente - en equipos de trabajo.
- Entender el impacto de la ingeniería en la sociedad, el ambiente y el desarrollo y estar comprometido con la aplicación de las demandas resultantes de esa interacción
- Ejercer la profesión a partir de una irrenunciable base ética
- Apreciar los valores culturales y las artes
- Poseer habilidad para utilizar las más modernas herramientas de modelaje y análisis

La puesta en marcha del cambio curricular supone la satisfacción de ciertos requisitos académicos y administrativos, que ciertamente constituyen la prueba de fuego para los buenos propósitos institucionales. Entre tales condiciones pueden señalarse:

- Integración de asignaturas, por ejemplo matemáticas, física y ciencias de la ingeniería
- Creación de una espina dorsal integradora - tanto horizontal como verticalmente - a través de la solución de problemas no estructurados, con lo cual se propicia el encuentro del estudiante con el diseño
- Adopción de estrategias pedagógicas activas
- Provisión de tiempo real a los profesores y compactación de los horarios de clase en los sistemas curriculares abiertos para garantizar tiempo real a los alumnos
- Creación de un ambiente de valores institucionales

Pueden mostrarse algunas de las más fuertes razones para propiciar la integración de las matemáticas y las ciencias dentro del plan de estudios de ingeniería:

- Eliminar el filtro que representan las matemáticas en el acceso a la carrera

- Acercar al alumno con la formidable herramienta analítica representada en las matemáticas
- Asegurar el papel de las matemáticas como disciplina metodológica de la carrera
- Relacionar las matemáticas con la realidad física que ha de enfrentarse en el ejercicio profesional
- Desarrollar las formas de pensamiento lógico, las habilidades para el cálculo y la competencia para el modelaje y el análisis.

La formación universitaria del ingeniero debe tener como objetivo central capacitar al estudiante para llevar a cabo diestramente procesos de diseño - solo o en equipo- a los que no necesariamente se ha enfrentado antes; en otras palabras, debe estar capacitado para aprender a aprender. Esta formación lo capacitará para usar creativamente sus conocimientos y destrezas en la solución de problemas, en la explicación de fenómenos, en el diagnóstico de los procesos y en la competencia para formular las preguntas debidas.

Complementariamente, es indispensable potenciar sus recursos innovadores - la capacidad para el pensamiento divergente o lateral -, arraizarlo socialmente y dotarlo de la competencia para comunicarse verbal y gráficamente con precisión y eficacia.

Con esos propósitos, los programas universitarios de ingeniería deben contar con un plan de estudios y una metodología pedagógica activa que garantice:

- Proporcionar bases sólidas en matemáticas, ciencias básicas y ciencias de ingeniería
- Permitir la adquisición de destrezas de comunicación gráfica y verbal
- Promover la formación en diseño, mediante la inmersión en un ambiente propicio y a través de cursos integradores que formen al estudiante en el arte de la ingeniería. El diseño no solo es parte integral de la ingeniería: es la ingeniería misma. El diseño es un proceso racional, no estructurado, integrador, contingente -sujeto a complicaciones imprevistas - y con soluciones múltiples, que responde al propósito de crear un objeto (o resolver un problema) a partir de información generalmente imprecisa e incompleta.
- Facilitar la comprensión del impacto de la ingeniería en la sociedad y en la naturaleza

- Garantizar la exposición a materias tales como administración, ciencias sociales, economía y humanidades
- Permitir la implantación de las actitudes que personalizan a la institución universitaria

Si bien la educación debe ser siempre impartida por un cuerpo docente competente y suficiente, especializado en cada área de estudio, en el caso del diseño los profesores deben ser ingenieros experimentados y activos en el desarrollo y la vida profesionales.

Con el propósito de asegurar la calidad en la educación de los ingenieros, es urgente y necesario que los programas de ingeniería de las universidades comprometidas con la calidad de la enseñanza y los ingenieros profesionales competentes en el tema, juntos, emprendan las tareas que se sintetizan en la siguiente relación:

- Precisar el perfil del graduado que cada institución considere mejor adaptado a sus recursos y a su experiencia pedagógica.
- Con ese perfil como objetivo, modernizar el contenido curricular del programa. Un poderoso liderazgo académico se torna vital para tener éxito.
- Asegurar que la planta docente adopte y se comprometa con el nuevo modelo, se apoye en métodos pedagógicos activos - que probablemente no conoce - y lo ejecute
- Hacer efectivo el control del ejercicio ético de la profesión mediante poderosas instituciones gremiales y académicas
- Crear órganos de educación continuada integrados con el currículo
- Lograr que las sociedades y asociaciones de ingenieros asuman eficazmente la tarea de ser la voz de la ingeniería profesional y no simplemente de la actividad empresarial de los ingenieros.
- Conseguir que la ingeniería, y también los programas universitarios que la enseñan seduzcan, en el mejor sentido de la palabra, a los mejores alumnos y a los líderes potenciales que produce el sistema escolar para que estudien Ingeniería civil.

En el plan de estudios debe existir un núcleo profesional, delimitando lo esencial y favoreciendo las capacidades de autoaprendizaje y el desarrollo de elementos variados dentro de un área del conocimiento. Para eso el estudiante necesita tiempo, pero los planes de estudio de ingeniería civil tienden hacia altos números de asignaturas y gran intensidad horaria

dominante, circunstancias que no permiten explorar posibilidades de trabajo creativo. Es importante trabajar en la reducción del número de asignaturas y de intensidades horarias de las actividades presenciales con el objeto de liberar a los estudiantes de la excesiva carga de academia forzosa.

Se propone además una línea de profundización que supere la tendencia de especializar en un tema a los estudiantes y un área de apertura que favorezca la capacidad real de interactuar con otros conocimientos y saberes, estimulando la libertad de tomar asignaturas con alumnos y profesores de otras carreras y disciplinas buscando crear un lenguaje común que facilite el posterior trabajo multidisciplinario que exigen los proyectos que requiere la sociedad para su desarrollo.

Los cambios en los planes de estudio reclaman modificaciones de fondo en las formas pedagógicas predominantes. Dirigir, con pleno respeto de la autonomía en el trabajo académico, la actividad de los profesores hacia los fundamentos y principios; mientras los alumnos enfatizan su trabajo sobre nuevas hipótesis y alternativas de solución. Una actitud crítica favorece la creatividad y por este camino, puede llegarse a la investigación. En este nuevo esquema pedagógico, debe darse mayor reconocimiento a la importancia que tienen la lectura y los trabajos escritos, así como a la conveniencia de aprender de los fracasos, proceder con rapidez frente a las urgencias planteadas por las necesidades de la sociedad, tener iniciativa, entenderse con el ambiente al que afectan y por el cual pueden verse afectados los proyectos y las obras de ingeniería.

Un álgido problema de la formación de nuevos ingenieros tiene que ver con el enfoque unidisciplinario de los problemas de ingeniería. La división en áreas especializadas y líneas con énfasis en la formación aislada ha impedido estudiar las relaciones entre las diferentes disciplinas. Por eso se propone buscar las raíces comunes, mirando los problemas de ingeniería como hechos interdisciplinarios: plasmados en obras de tipo puntual, como edificaciones; obras lineales o en red, como vías y acueductos; y obras regionales como embalses y proyectos de generación de energía. Así puede darse formación a los estudiantes con base en la interrelación de las distintas disciplinas en la solución de problemas.

Debe proveerse a los alumnos de herramientas útiles para hacer viable el paso hacia la solución de problemas en el mundo real; dotarlos de información sobre métodos empíricos, métodos numéricos, así como señalar críticamente las limitaciones de los métodos y los instrumentos. Conviene igualmente ilustrar las ventajas y limitaciones del uso de sistemas de información geográfica, sin desprestigiar la presentación de las técnicas de expresión gráfica ligadas por su naturaleza al trabajo de los ingenieros.

El énfasis en el cálculo numérico y el uso de probabilidad y estadística

para obtener parámetros de comportamiento; el empleo de elementos finitos, técnicas de modelación matemática y física, actualización permanente en normalización, instrumentación y métodos observacionales; son factores insustituibles en la formación integral de un ingeniero civil. Igualmente válida es la experiencia adquirida a través del estudio de obras y proyectos de ingeniería nacionales y mundiales. Esta suerte de evaluación ex-post de proyectos se presenta como una inaplazable necesidad para racionalizar el uso de los recursos, sobre todo los públicos, y adecuar el ejercicio profesional a los nuevos requerimientos constitucionales y normativos sobre gestión de proyectos, en la cual la ingeniería civil es un ejercicio definitivamente comprometido.

Los atributos esperados en los ingenieros formados a la luz de las tendencias pueden resumirse en:

- Apego a los hechos, sentido de la realidad y de la práctica, racionalidad, consistencia, inventiva, tendencia a los nuevos enfoques y a la innovación técnica.
- Percepción y sensibilidad social
- Disposición al cambio
- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de aprendizaje
- Capacidad de modelación
- Capacidad de diseñar y optimizar

La enseñanza, sea cual sea su nivel, debe impartirse con rigor y seriedad, tanto en el tratamiento de los temas, como en las aplicaciones didácticas y en las prácticas evaluativas. Para los países subdesarrollados, con recursos humanos capacitados escasos, resulta vital la formación de ingenieros de alta disciplina, creativos y de visión profunda.

Hoy, cuando de cierto modo, al parecer la sociedad se siente amenazada por la expansión y los criterios de propiedad y utilidad del conocimiento, en circunstancias históricas, sociales, económicas y políticas muy particulares, se vuelven los ojos hacia el humanismo, mientras los responsables de los planes de estudio, entre ellos los de la ingeniería civil, se inquietan por hacer más accesible a los estudiantes la literatura, la filosofía, la historia, la sociología, el arte y la música, presentándolas como dominios vitales, importantes y rigurosos; componentes necesarios de una formación integral; esforzándose por declararlas totalmente distintas de aquellas asignaturas de relleno que durante tanto tiempo se

zahirieron y descalificaron como extemporáneo lastre humanista de la todopoderosa componente técnica de los programas de formación profesional.

Así, la eficacia de la educación para preparar a los futuros ingenieros civiles se mide por las habilidades que el individuo adquiriera para realizar tareas, funciones u oficios definidos por las necesidades y urgencias del aparato productivo o burocrático. Se trata de prepararlo como un empleado del capital, por lo tanto, lo importante no es su capacidad crítica, o su posición frente al efecto social - o ambiental - de sus decisiones; sino que haya logrado adquirir determinadas habilidades que le permitan producir, o reproducir, resultados definidos por las condiciones del mercado.

Cuando este mercado es un escenario ampliado planetario, estas habilidades pueden resultar útiles en otros países, y se impone entonces un proceso de acreditación que garantice la equivalencia de títulos, para eliminar barreras laborales - los aranceles académicos - y estimular el flujo de profesionales entre naciones, e incluso, entre casas matrices y filiales de firmas multinacionales de ingeniería.

Esta situación tiende a favorecer el visto bueno de la sociedad, indiferente, hacia la producción en masa de profesionales poco o nada creativos, entrenados de oído, cuya calidad deja mucho que desear. Las universidades enseñan ciencia y tecnología sin preocuparse, a fondo y seriamente, por la formación integral de sus alumnos, corriendo el riesgo de impartir conocimientos técnicos y destrezas mecánicas al servicio de la corrupción, la agresividad y la violencia. En el frenesí de la producción de profesionales algunas instituciones han saltado sobre la consideración de que la ciencia y la tecnología son recursos que deben ponerse en manos de personas que por sus calidades humanas y profesionales ofrezcan las mejores garantías para hacer buen uso cultural y social del conocimiento.

Una formación así concebida y desarrollada, entregará a la sociedad individuos dependientes, especializados, que requieren el soporte de otros con los cuales comparten fracciones de conocimiento y de los cuales han de servirse para resolver los problemas que exceden a su menguada capacidad de análisis y decisión. El logro más triste de tal sistema consiste en producir científicos e ingenieros creadores que hacen aportes desde el campo de su saber y que, sin embargo, no tienen ningún interés en la sociedad en su conjunto, ni en sus manifestaciones políticas o culturales.

A pesar de la imposibilidad histórica de fundir la competencia profesional de los ingenieros civiles de hoy, con la profundidad de la filósofos griegos de la edad de oro, tal debe ser el ideal de la formación. En los modos de educación actual existe una clara polarización que se expresa en la tensión interna que surge entre la exigencia de formación integral y de capacitación de un hombre -ciudadano capaz de juzgar y de pensar críticamente su

sociedad y su situación y de tomar alguna decisión sobre su destino - y el entrenamiento, incluso altamente calificado, de un experto - un hombre útil - sin ninguna formación humanística.

No obstante que todas estas circunstancias y necesidades han sido detectadas y declaradas, tanto en los niveles de decisión política, como en múltiples eventos académicos; el sistema educativo, aún bajo la apariencia de vigorosas modernizaciones y actualizaciones curriculares, permanece adormecido bajo la influencia perniciosa de la ideología dominante, mezcla de legados coloniales de corte semifeudal y funcionalismo rampante, con serios problemas para ejercer liderazgo sobre el conjunto de la sociedad.

Algunos programas basan su prestigio en la calidad del entrenamiento de sus estudiantes de ingeniería para el uso de herramientas tecnológicas, por cierto susceptibles de rápida obsolescencia; y al hacerlo, se limitan a pulir sólo una fracción - no necesariamente la más importante - del potencial de los alumnos. En el supuesto de aceptar y conceder alguna importancia a la formación humanística, esta se subestima dentro de la estratificación artificiosa de la importancia de las asignaturas, y se considera peyorativamente, incluso por parte de los responsables de la gestión académica.

Incluso se cree, se declara y se predica, que la formación humanística es de exclusiva responsabilidad de los alumnos y que debe correr por su cuenta, como un conjunto de actividades y ejercicios que deben desarrollarse por fuera de la universidad. Por supuesto, de esta manera se eluden compromisos institucionales; mientras se cercenan - arbitraria e irresponsablemente - las expectativas y posibilidades de los seres humanos cuya formación le ha sido encomendada a tales instituciones.

Pero resulta que la formación humanística no es una entelequia abstracta; en realidad, supone un fuerte enraizamiento con los valores culturales, así como con los usos y costumbres concretos y reales. Los modelos económicos imperantes privilegian el pragmatismo y el utilitarismo y conducen a pasar por encima de todo lo que - como parece ser el caso de la formación humanística - no esté directamente relacionado con la obtención de dinero y poder. Algunos profesores, especialmente los de las áreas técnicas, están formados dentro de este esquema, o forzados a integrarse a él debido a las crecientes relaciones de las universidades con los sectores productivos; y su único horizonte personal y profesional parece ser la especialización. Una suerte de muro mental voluntario encierra a profesores y estudiantes en el campo de su especialización, impidiéndoles reconocer las relaciones de su saber particular con la totalidad del conocimiento y la cultura. Así, desconocen - o al menos minimizan - el sentido humano y social de la profesión; y con esta actitud, fuente para muchos de orgullo, prestigio y reconocimiento social, han contribuido a

mutilar el potencial humano de sus estudiantes, reduciendo el campo de sus intereses y cercando de manera estrecha sus expectativas.

Aparte del grave error que significa la enseñanza de resultados, desconociendo u omitiendo la enseñanza de los procesos que conducen a la construcción del conocimiento; se percibe un elemento crucial que conspira contra las intenciones de una formación integral: no hay formación filosófica. Por supuesto no se trata de la solución simbólica de introducir en el plan de estudios de los ingenieros civiles una asignatura sobre filosofía. Se trata de enseñar todas las asignaturas y desarrollar todas las actividades ofreciendo al mismo tiempo la oportunidad de pensar las cosas, estimulando e incluso forzando a los alumnos a formular preguntas y cuestionamientos, animando la controversia y valorando la capacidad de contradicción. Es imperativo pensar en el ingeniero civil como filósofo, porque aquel como éste, son hombres que quieren saber; que - formados integralmente - deben aspirar a que el saber sea la realización de su ser, que debido a las repercusiones sociales de su tarea, quieren saber por qué hacen las cosas, para qué las hacen y, sobre todo; para quién las hacen. El ingeniero civil es un ser humano que demanda autonomía y en consecuencia debe vencer el marco siempre estrecho de la unidimensionalidad que ofrece la técnica.

Se pueden formar ingenieros civiles con una concepción filosófica, si en lugar de adiestrarlos para aceptar mecánicamente el compromiso de transformar el mundo físico, o aprovechar sus recursos; se les orienta hacia la indagación crítica de lo que significa habitar o modificar el espacio, las razones históricas que gobiernan y determinan tales modificaciones; y las circunstancias sociales y culturales que definen la forma como se vive en él. Con tal tipo de formación, probablemente sería más difícil producir buenos funcionarios o contratistas, pero probablemente crecería la posibilidad de formar personas que puedan contribuir con la construcción de un nuevo tipo de sociedad.

Conviene no perder de vista el enfoque sistémico al abordar este compromiso de la formación humanística. Ciencia y saber particular deben entenderse como una parte orgánica del todo; y el genio científico se manifestará en la capacidad de trabajar en cada sector del saber, sin olvidar la relación original de las partes con el todo. De esta manera, en la universidad enseñar una ciencia debe ser estructurar en cada estudiante un modo de ser y de estar en el mundo; formando así el intelecto que permitirá proceder profesionalmente de manera reflexiva y jamás de manera refleja. Lo que se desarrolla en la universidad no es el saber mecánico, sino la capacidad de estudiar, de autoformarse, de profundizar en la indagación de la verdad. Esta tarea sobrepasa con creces, por su magnitud e importancia, la función simplemente informativa que cumple la universidad al formar profesionales para los diferentes oficios que demanda la sociedad. Se trata de un compromiso formativo, vital, de un

real proceso de humanización que busca facilitar que el hombre simplemente sea hombre; es decir, que pueda, apoyado en el conocimiento, realizar al máximo sus posibilidades.

La masificación universitaria que produce egresados semianalfabetos, si pretende avanzar y contribuir al desarrollo de la sociedad, debe acercarse a las metas del conocimiento. El uso competente del lenguaje se convierte en una necesidad apremiante al considerar la gran cantidad de información y el profundo nivel de abstracción en los cuales han de adentrarse los profesionales. Esta situación es particularmente crítica en el caso de los ingenieros civiles. Si los egresados no cuentan con suficientes habilidades de redacción y lectura, difícilmente podrán superar la peligrosa incompetencia para identificar, enfrentar, comunicar y resolver los problemas de la sociedad.

Este imperativo de expresión adecuada ha sido enfrentado por algunas universidades, en el mejor de los casos, mediante el expediente facilista de ofrecer algunos cursos de redacción de informes técnicos, en los cuales se adiestra a los estudiantes en técnicas de elaboración de fichas, y en el conocimiento de pautas generales de redacción y presentación de trabajos escritos. Por supuesto, este enfoque está lejos de resolver el problema central: dominar el lenguaje; tarea que es mucho más compleja y dilatada, y en realidad corresponde a la enseñanza de la literatura en todo el sistema educativo. Como en el caso de la formación filosófica, el estímulo al desarrollo de las habilidades del lenguaje, es una labor que debe extenderse, en forma permanente, a todas las asignaturas y actividades del programa; superando el simbolismo de un taller de lectura o una electiva sobre la importancia del lenguaje.

Se señala con particular énfasis la importancia del desarrollo de la capacidad de lecto - escritura en los ingenieros, porque además de constituir el requisito de un proceso permanente de autoformación y actualización profesional; es la clave para estimular nuevos patrones de comunicación, liderazgo e influencia política. Probablemente esta sea la forma de propiciar un futuro donde tengan cabida personas más propensas a la tolerancia, la creatividad y a una apropiación inteligente de la ciencia y la tecnología.

La ingeniería civil, con su interés por las especializaciones, puede convertirse en una torre de Babel - figura curia si se considera que para la sociedad, en muchas partes, continúa siendo una torre de marfil -. Cada especialización ha ido construyendo en su ejercicio diario un lenguaje propio, las más de las veces presuntuoso, irregular y caprichoso que conforma un muro que impide la necesaria comunicación con las demás ciencias, profesiones o saberes. Ciudadanos de esa babilonia los estudiantes, abrumados de términos, vocablos y refinaciones aislacionistas, extrañan, finalmente, la vivencia de los valores humanistas que se exponen y promulgan en las declaraciones de principios de las universidades.

En este ambiente de insularidad los estudiantes, mientras más tiempo permanecen en la universidad, más unidimensionales y especializados se vuelven, en desmedro de su formación integral y humanística. En este proceso pierden particularmente la creatividad. Los esfuerzos aislados de algunos profesores se contrarrestan con la influencia de la mayoría, y el resultado final es un curioso efecto de inversión de intereses y expectativas, según el cual, los estudiantes de escuela secundaria han sacrificado durante su permanencia en la universidad casi todas las esperanzas de formación que habían imaginado al ingresar.

En la mayor parte de los países las obras públicas y, en general, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura física, constituyen un ejercicio de amplio impacto sobre los recursos económicos de la sociedad y, justamente por su proximidad profesional con este tipo de trabajo, los ingenieros civiles se encuentran expuestos a las crecientes tentaciones de la corrupción y la inmoralidad asociadas a los proyectos que comprometen ingentes recursos financieros. Solamente una sólida fundamentación ética - como parte de la formación integral - puede evitar que el ejercicio de la ingeniería civil se vea tristemente relacionado con episodios bochornosos.

La concepción de la ingeniería como un servicio a la sociedad, por oposición a la concepción de la ingeniería como un negocio, o un ejercicio temporal de incremento patrimonial, debe estar fuertemente radicada en los estudiantes. En este sentido resulta fundamental el conjunto de prédica y ejemplo que pueda surgir del contacto de los jóvenes alumnos con catedráticos y directivos de inmaculada pulcritud e intachable conducta social.

Ante las agudas crisis de credibilidad institucional que se han experimentado en los últimos años, agravadas por las debilidades de orientación de la educación superior y el carácter rígido de la estructura universitaria, debe reconocerse que no se han dado soluciones adecuadas, esto es, apoyadas en la acción de los ingenieros civiles, a muchos problemas de infraestructura y desarrollo físico de las áreas rurales y las zonas marginadas de las grandes ciudades. Por otra parte, los profesionales piensan en estas últimas como en el único escenario en el cual es posible encontrar las garantías suficientes para un cómodo, exitoso y lucrativo desempeño de sus actividades. Por eso se observa una concentración tan grande de profesionales en las zonas urbanas de mayor crecimiento, con la lógica consecuencia de altas tasas de desocupación, abierta o disfrazada. A despecho de las medidas legislativas sobre servicio social, o trabajo de campo, debe imponerse, desde la formación misma de los ingenieros, un compromiso de servicio a la sociedad, especialmente en las zonas y áreas más deprimidas, que son justamente aquellas donde más se precisa la solidaridad profesional de los ingenieros.

Desde la perspectiva del trabajo con el sector productivo, o con el Estado, el ingeniero debe tener claro - como producto de su formación cívica -

que la responsabilidad social de las instituciones y de las empresas es simple de formular si se entiende que los negocios particulares y el Estado existen para servir a la sociedad y no para servirse de ella. El Estado, las instituciones, las empresas, las universidades y, dentro de ellas, el estudiantado y los profesores, deben ser analizados y evaluados críticamente con base en sus acciones encaminadas a oponerse a la negligencia y la impunidad que carcomen la estructura social.

Si bien es cierto que actualmente la principal motivación de las instituciones y de las empresas es la preocupación por la calidad y el mejor servicio, entendiendo que la empresa privada no es solamente la gran empresa capitalista, sino también las organizaciones cooperativas, las Organizaciones No Gubernamentales, las asociaciones sin ánimo de lucro y las empresas de pequeños productores y consumidores; la sociedad organiza sus estructuras de conocimiento de acuerdo con las exigencias de cohesión y crecimiento social. De esta manera es posible la coexistencia de diversos grados de desarrollo tecnológico y científico, siendo responsabilidad de los ingenieros acercar a la comunidad a los logros de la ciencia, sin ignorar los logros del saber y la experiencia popular.

En el actual estado de desarrollo económico, basado en la depredación y la máxima rentabilidad, se exige, por la ausencia de una conciencia integradora, el esfuerzo aislado de cada una de las ciencias y profesiones para incorporar, a sus respectivos campos de acción, la dimensión ambiental como síntesis de procesos naturales y sociales. En este terreno la ingeniería civil tiene un compromiso de gran envergadura, por cuanto prácticamente todas sus acciones están íntimamente relacionadas con el ambiente; y en consecuencia, es responsable ante la sociedad de sus repercusiones y efectos.

El propósito del humanismo clásico es formar al hombre integralmente, es decir, reconocer y reunir las múltiples dimensiones y dominios del hombre como tal, del hombre disponible para cualquier actividad particular, sin que ninguna especialización pueda limitar su potencial. El concepto de hombre integral es la noción de formación más importante de cuantas conforman la herencia educativa que Grecia dió a Occidente. En la formación integral, privilegiar o escoger un conocimiento en lugar de otro, cualquier sesgo de la educación en algún sentido, equivale a mutilar la personalidad.

En la triada clásica de educación intelectual, moral y física no hay privilegios o jerarquías; la diferencia se establece en el tiempo que ha de dedicarse a cada una de las actividades, pero no en la exclusión total o parcial de alguna de ellas para beneficio de las otras. Desde la perspectiva humanística, debe enfrentarse el concepto de hombre integral con el de ingeniero entendido simplemente como técnico.

El propósito de la formación debe ser trascendental; no hay que olvidar que la obra maestra de la pedagogía griega - la gran responsable del

humanismo - fue la formación del político. El hombre como político es la negación del técnico, del profesional o del especialista. Es, ante todo, un conocedor de hombres y, por supuesto, este conocimiento no se obtiene sino a través de la formación general que es característica del humanismo.

¿Pero, es acaso la función política una obligación de los ingenieros y debe en consecuencia incorporarse a los planes de estudio? Sánchez Gil, hace seis lustros, definió la situación del ingeniero en el siglo XX diciendo que era "autor y ausente de la civilización"

Un ingeniero anónimo citado por Sánchez Gil marca a los profesionales con valores específicos:

Rigor de razonamiento, objetividad, visión directa de las cosas; pero a la vez, muy a menudo, dotado de una actitud despectiva o de punto débil. Y tiene a quien imitar. Isaac Newton, enviado a tomar asiento en el Parlamento, sólo una vez hizo uso de la palabra, y fue para rogar al conserje que cerrara una ventana.

Esta patética ausencia de los debates que interesan a la sociedad, a la profesión o al ingeniero como ciudadano, se materializa dolorosamente en los foros que congregan a quienes toman las decisiones que afectan a la humanidad. Allí están los políticos, los líderes; es posible incluso que algunos de ellos sean ingenieros, pero la ingeniería como colectivo está ausente. Lo estuvo en Río de Janeiro durante la Cumbre Ambiental, y también durante las discusiones que desembocan en los pactos comerciales que definen los nuevos bloques económicos y señalan los nuevos canales de distribución de bienes y servicios. Bienes y servicios que la ingeniería del mundo contribuye a producir, pero sobre cuya distribución y uso no tiene opinión que pueda ser escuchada.

La formación integral de los ingenieros civiles recibe un nuevo y poderoso desafío: formar profesionales políticos, es decir, seres humanos provistos de imaginación, visión de futuro, capacidad y competencia. "Técnicos blindados de perfecto humanismo" al decir del ya citado Sánchez Gil. En un pasaje escrito por el emperador Juliano el Apóstata, y citado por Marrou, se encuentra esta síntesis admirable del ideal antiprofesional del humanismo clásico:

El hombre bien dotado, que ha recibido la educación clásica, llega a ser capaz de toda clase de hazañas; lo mismo puede hacer avanzar las ciencias que llegar a ser jefe político, hombre de armas, explorador o héroe. Es él como un presente de los dioses entre los hombres.

VI. Estrategias para el acercamiento de la universidad con el sector productivo, el sector público y la comunidad

Tema principal durante los distintos encuentros fue la discusión de las estrategias y los mecanismos de aproximación de las universidades con los distintos sectores en compañía de los cuales hace parte de la sociedad. Desde las distintas posiciones y en salvaguarda de sus particulares intereses cada sector - como es apenas natural - plantea unas conductas deseables, define formas de asociación, señala pautas e invoca la presión ejercida por variables como la apertura económica, para inducir una respuesta de los otros sectores.

De este diálogo pueden desprenderse modelos, así sean embrionarios, de acercamiento y mutuo beneficio. Los programas de ingeniería civil pueden incluir consideraciones relacionadas con estas estrategias de aproximación, mejorando de esta manera su capacidad de negociación con el sector productivo, perfilando su posición frente al Estado e identificando su capacidad de servicio, remunerado o solidario, con la sociedad. Este proceso de aproximación permite orientar a los programas de ingeniería civil en la búsqueda y desarrollo del trabajo investigativo en la universidad, así como en la creación y estructuración de centros de investigación, de formación y calificación de profesionales, de trabajos y apoyo a la comunidad, y de generación de nuevas ofertas innovadoras para dar respuesta a los múltiples problemas de los distintos sectores.

En lo referente a las relaciones de la universidad con el sector productivo es cierto que algunas visiones estereotipadas pueden impedir, o al menos dificultar, el acercamiento entre las dos instancias: la academia y la industria, debido principalmente a imágenes que resaltan la burocratización de la Universidad y el interés de la industria centrado exclusivamente en el lucro, como obstáculos para el trabajo coordinado.

Por esta razón es importante visualizar nuevas perspectivas para abordar esta vinculación. El reto fundamental de la gestión tecnológica es encontrar la manera de hacer productivo el conocimiento, una alternativa válida

está representada por el uso de la ingeniería como puente entre la ciencia y la producción. La principal debilidad en este proceso está en la cadena Investigación - Desarrollo - Ingeniería; por lo cual correspondería a la universidad buscar mayores niveles de calidad que le permitan ofrecer a la sociedad profesionales - investigadores.

En América Latina, y en Colombia, el mayor potencial en ciencia y tecnología está en la Universidad, por lo cual es lógico buscarlas allí. La versión de instituciones de educación superior encerradas en sus torres de marfil, está siendo superada, poco a poco, por un esquema de acercamiento a la sociedad, a la producción y a la industria. La tecnología es clave para competir y eso favorece estratégicamente al producto de la universidad que es el conocimiento. De otro lado hay limitaciones presupuestales para las universidades que estimulan la búsqueda de demandas solventes en la industria, la cual a su vez se beneficia de la capacidad instalada de apoyo a la investigación en las universidades, cuya cuantía considerable - representada en el conocimiento de sus profesores e investigadores - reduce los costos del proceso.

Los principales problemas en el acercamiento entre universidad y sector productivo tienen que ver con ciertas prevenciones de parte y parte, que corresponden a imágenes consolidadas por el mutuo desconocimiento. En la universidad hay resistencia ideológica por la eventual pérdida de función crítica; mientras tanto en el sector productivo, existe baja confianza y se tiene en general una mala imagen de las universidades. El sentimiento de recelo puede verse exacerbado por recientes disposiciones judiciales que aparentemente introducen fisuras importantes en la autonomía universitaria para la gestión de la investigación; situación que por reflejo puede extenderse a los terrenos de la cooperación con el sector productivo agravando los eventuales conflictos generados por problemas de entendimiento sobre manejo de los resultados de investigación, así como sobre distribución de utilidades y propiedad intelectual. Puede suceder que la Universidad se estacione en la prestación de servicios regulares de consultoría y no progrese en investigación, perjudicando su trabajo docente.

Es un hecho que tanto las empresas como la universidad deben cotejar los elementos del acercamiento. Para la universidad es importante favorecer un clima adecuado entre los profesores y la administración venciendo el exotismo del acercamiento gracias al trabajo de algunos líderes universitarios que tengan claridad conceptual sobre el tema. Algunas universidades creadas por las empresas han formado ya generaciones de egresados para quienes es natural pensar en términos de acercamiento con la industria. Luego de establecido el clima favorable, se requiere saber qué se tiene para ofrecer y definir prioridades. Es un ejercicio de definir las ofertas y cuantificar las disponibilidades. No se puede exigir trabajo simplemente apelando a la buena voluntad de los

profesores y estudiantes. Se requiere organización adecuada e infraestructura, oficinas y personal que sepa negociar, valorar el saber y cobrar los servicios. No es fácil, pero debe hacerse antes de lanzarse a competir por simple entusiasmo, admitiendo que aprender a valorar correctamente el conocimiento es parte de una estrategia de negociación.

Inicialmente debe disponerse de un grupo que se ocupe de pensar, de hacer abstracciones sobre el proceso, de teorizar. En el país existe una buena cantidad de legislación sobre el tema, excelente en su concepción y sus alcances, de la cual no se ha obtenido provecho alguno. La gente encuentra dificultades para hacer señales que propicien el acercamiento, la comunicación, para iniciar un simple ejercicio de diálogo. Esto sucede a pesar del interés de algunos dirigentes universitarios e industriales, conscientes de que con algunos esfuerzos bilaterales, pueden fructificar proyectos muy interesantes, aún en una sociedad tecnológicamente retrasada como la nuestra.

El éxito de los mecanismos de acercamiento depende de la calidad de la gestión. No se puede, ni debe, informalizar el tratamiento del proceso. Se necesita respaldo de políticas, incentivos, respaldo jurídico para enfrentar novedosos desafíos en materias tales como el manejo de derechos de autor, patentes, licencias, definiciones sobre propiedad intelectual, por ejemplo.

Debe considerarse el hecho de que una gerencia deficiente puede traicionar cualquier buena intención de desarrollo y de allí el interés por formar gerentes de tecnología. Por su parte las empresas deben empezar a poner en orden los elementos involucrados en el tema de la innovación tecnológica, tales como la estructura física y administrativa necesarias para registrar el avance de la investigación; la dotación de equipos e instalaciones, convenios, modalidades de administración, comités de innovación, grupos de trabajo que contribuyan a definir las necesidades de desarrollo tecnológico, como una medida de acercamiento calificado con las universidades.

Este diálogo de acercamiento requiere un período de maduración, estimado de acuerdo con experiencias extranjeras, España por ejemplo, en unos cinco años. Vale la pena conocer y discutir mecanismos como el programa de jóvenes líderes de proyectos de innovación tecnológica del Centro para la Innovación Tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma de México; o el esfuerzo de la Universidad de Sao Paulo para formar, a través de cursos y programas de entrenamiento, personal para innovar y ejercer liderazgo proyectos. Así descubren la conveniencia de fomentar la cultura de la relación Universidad -Sector Productivo apuntando al futuro, independientemente del tiempo requerido para concretar las negociaciones.

Realmente el núcleo del problema está relacionado con la actitud de las universidades y las empresas. Porque en lo que tiene que ver con los

posibles mecanismos de acercamiento, éstos pueden seleccionarse dentro de un repertorio de opciones que incluye, al menos:

- **Sistemas nacionales para la explotación de las relaciones Universidad - Sector Productivo**, de acuerdo con el modelo francés de Intermediación, una especie de Instituto de Fomento de la Investigación, atento a la producción de las universidades para encargarse de financiar, adelantar estudios de mercado, a la manera de un intermediario con presupuestos y apoyo oficial que funciona como una empresa privada, con un grupo de cazadores de oportunidades, expertos en proyectos.
- **Organizaciones Intramuros:** tales como oficinas, centros o fundaciones. En las universidades se emplean como mecanismo para eludir las tortuosas cadenas administrativas, y funcionan con base en grupos de investigación conformados por profesores e investigadores externos.
- **Entes híbridos universidad - empresa.** Constituyen un modelo más avanzado basado en las posibilidades que ofrece la nueva legislación sobre ciencia y tecnología, la cual permite conformar sociedades de esta naturaleza, orientadas a satisfacer requerimientos de investigación y desarrollo en algunos sectores de la producción.
- **Mecanismos multilaterales de vinculación**, tales como las incubadoras de empresas, en las cuales participan empresarios, representantes de las universidades, directivos de las cámaras de comercio y voceros de organizaciones no gubernamentales, entre otros.

A través de esquemas como los ilustrados, las universidades pueden gestionar, junto con las empresas, fondos en entidades como Colciencias para financiar proyectos de investigación. Al mismo tiempo, con estos modelos de asociación, las empresas están facilitando a las universidades aproximarse al mundo de la competencia y a las urgencias de la realidad empresarial, mejorando de esta manera la percepción académica del mundo real.

En estos tiempos la universidad debe contar con recursos para intentar estas aproximaciones; buscando la forma de abordar problemas como los relativos al acceso de la información tecnológica, el conocimiento productivo y el progreso. De no ser así, el futuro puede ser el escenario de una crisis generalizada tanto para la sociedad, como para sus instituciones universitarias.

Las relaciones con el Estado y la sociedad deben procurar mecanismos de aproximación que consideren las especificidades regionales y locales, explorando objetivos comunes que faciliten unidad de acción como estrategia de vinculación de la universidad a los programas sociales en los cuales su concurso es normalmente requerido por las capas más pobres

de la población. A propósito, conviene recordar que la mejor forma de servicio a la sociedad por parte de las universidades está en el cumplimiento escrupuloso de su misión institucional.

La formación de profesionales con perfiles semejantes a los descritos en los numerales anteriores en este documento constituiría una eficiente forma de reinversión social de los recursos destinados al sostenimiento de las entidades de educación superior.

Las posibilidades de consultoría en proyectos del Estado, en sus distintos niveles territoriales deben ser objeto de análisis cuidadoso por parte de las universidades. La consultoría hace parte del agregado tecnológico nacional, y en ese sentido es importante la participación de la universidad, siempre y cuando el objeto de los proyectos suponga un enriquecimiento de los conocimientos y no una rutina de ingeniería de diseño. En este último caso la institución educativa puede incurrir en desvío de sus prioridades e intereses y en situaciones como esas, normalmente el perjuicio más significativo es para las labores docentes.,

La independencia crítica de la universidad puede obrar favorablemente en circunstancias en las cuales la objetividad y el buen juicio deban ser estimulados dentro del proceso de cooperación entre las instituciones de Educación Superior y las empresas. La capacidad investigativa de las universidades se nutre del contacto con las necesidades empresariales, gubernamentales y sociales, pero a la vez se vierte sobre ellas, a través de la generación de nuevos conocimientos, o mediante el expediente de la validación o rechazo de conceptos, principios y aplicaciones, originados en otros ambientes culturales y naturales, e imposibles de aplicar acrítica y linealmente en nuestro medio. En cualquier caso el contacto con el conocimiento y la búsqueda de las mejores circunstancias para su apropiación, resultan provechosos para el conjunto de la sociedad.

VII. Recomendaciones

El objetivo central de este recuento es permitir que la lectura de los temas analizados y la síntesis de los resultados de los distintos eventos, permitan a los programas de ingeniería Civil, al sector productivo, a las entidades y asociaciones particulares y oficiales, orientar sus acciones hacia el desarrollo de un gremio fuerte de naturaleza profesional con la capacidad necesaria y suficiente para consolidar acciones de mejoramiento de la calidad de la educación superior, e incidir en el desarrollo tecnológico del país.

Son muchas las reflexiones y propuestas que pueden encontrarse en desarrollo de un proceso como el adelantado para discutir la actualización y modernización curricular en ingeniería civil. El flujo de información y el intercambio de experiencias facilita enormemente el progreso colectivo y se materializa en una serie de observaciones, cuyo valor estratégico en el proceso es indudable. No obstante, solamente una actitud social favorable a la calidad en la educación superior, así como las acciones y proyectos concretos formulados por las entidades oficiales, y la decisión de las universidades colombianas para renovar sus mapas curriculares, sus planes de estudio, esquemas administrativos, metodologías y estilos pedagógicos; permitirán valorar los resultados y estimar el valor y los verdaderos alcances de estas recomendaciones.

A continuación se presentan algunas de las propuestas, recogidas a lo largo de las discusiones regionales, nacionales e internacional; refinadas a través de su crítica y comparación con los propósitos del proceso, y sobre cuya importancia y peso específico dentro del clima de modernización curricular existe un acuerdo entre los participantes en los distintos eventos. Se ofrecen clasificadas, inicialmente según el destinatario de la respectiva recomendación: el Estado - representado básicamente por ICFES -, ACOFI, las Instituciones de educación superior, los programas de ingeniería civil y el sector productivo; sin ignorar el carácter común a todos ellos que pueda encontrarse en varias de las propuestas.

1. Al Estado

Representado principalmente por el ICFES, recibe como recomendación básica la de garantizar apoyo institucional, técnico y financiero para que el proceso de modernización curricular no sufra deterioro y derive hacia nuevas formas de escasa resonancia práctica.

El ICFES, por su naturaleza y ascendiente, está llamado a ejercer un liderazgo - que seguramente compartirá en algunas acciones y programas con ACOFI - para animar el cumplimiento de los compromisos de búsqueda de calidad y modernización curricular, en los programas de ingeniería civil, asumidos por las instituciones de educación superior. Es precisa una acción continua de seguimiento durante la puesta en marcha de los proyectos de actualización y renovación curricular, como garantía de que las recomendaciones y propuestas de estos eventos irán más allá de las declaraciones simbólicas y se concretarán, dentro de plazos razonables y con los respectivos ajustes y programas de transición, en beneficio de la formación de los ingenieros civiles colombianos.

Por otra parte, es muy importante que el Estado garantice la continuidad de proyectos relacionados con el desarrollo del proceso de modernización curricular y en los cuales está actualmente empeñado el ICFES, especialmente los que se refieren al fomento de la Investigación, a la capacitación pedagógica de los docentes universitarios y a las pautas de acercamiento de las universidades al sector productivo.

Es necesario y urgente procurar mecanismos legales y administrativos suficientemente ágiles para ejercer un control efectivo sobre la proliferación de programas de ingeniería civil y, por supuesto, sobre la calidad y pertinencia de los mismos. La puesta en marcha del proceso de creación de una cultura de la acreditación es una excelente ocasión para replantear los esquemas y obligaciones mínimas existentes. Particularmente vale la pena analizar las repercusiones que la sola oferta de programas con duraciones inferiores a las mínimas acordadas, puede tener sobre el cuadro general de calidad de la carrera de ingeniería civil y sobre el reconocimiento social y la credibilidad de los egresados.

2. A ACOFI

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI- puede promover eventos en los cuales se realice evaluación e intercambios de

experiencia sobre los avances, logros y dificultades encontradas en la puesta en marcha de los procesos de modernización curricular en las distintas instituciones de educación superior.

A partir de los resultados obtenidos en los seminarios internacionales debe considerarse la posibilidad de contar con expertos nacionales y extranjeros que orienten con sus criterios y consejos los procedimientos en curso y contribuyan de esa manera a consolidar una masa crítica de estudiosos del tema curricular en el país.

ACOFI puede promover, con el apoyo del ICFES, la creación de una red de investigadores del currículo en ingeniería civil, a partir de la cual se genere un clima de favorabilidad para investigaciones en temas relacionados con la educación superior. De particular interés y utilidad resultaría la realización de una jornada de prospectiva aplicada al proceso de modernización curricular, a la luz de los efectos que sobre el mismo ejercen las decisiones políticas, económicas y sociales que aparecen en los escenarios regionales y en los planos nacional e internacional.

ACOFI debe promover la consolidación de una organización gremial, a la cual concurren las universidades, los representantes del sector productivo, los directivos de las sociedades y asociaciones de ingenieros y otros organismos interesados en la calidad de la formación de ingenieros y en las condiciones académicas requeridas para respaldar un adecuado ejercicio profesional. Como un mecanismo de control que coadyuve a definir las responsabilidades profesionales frente a la sociedad, deben estimularse nuevas formas de organización gremial, más cercanas a la entidad académica y a prudente distancia de los intereses puramente económicos del ejercicio profesional que han presidido hasta la fecha la labor de las sociedades de ingenieros.

Fortalecer la capacidad de control y definir enérgicamente la capacidad sancionatoria de tribunales éticos puede ser un importante tema de reflexión y discusión para los dirigentes gremiales de la ingeniería civil y ACOFI puede promover ese saludable debate.

3. A las instituciones de educación superior

Las universidades deben apropiarse de los procesos de modernización curricular de sus programas como parte integral de la formulación de sus proyectos de desarrollo institucional. El concurso de la administración

universitaria, con los necesarios ajustes laborales y operativos es fundamental para la puesta en marcha de los programas de renovación curricular.

La capacitación en pedagogía de los profesores universitarios vinculados a los programas de ingeniería civil es requisito fundamental para adelantar los distintos proyectos. No es posible construir verdaderos procesos de modernización de planes de estudio inscritos dentro de los proyectos educativos institucionales, sin la participación calificada y convencida de los docentes. Ignorar la urgencia de su formación representaría pasos iniciales en falso en el cumplimiento del compromiso de las instituciones para garantizar la idoneidad de los resultados que se obtengan al final del proceso de renovación curricular; y como parte de la asimilación a los nuevos patrones culturales de la calidad y la acreditación.

El compromiso de las universidades con respecto a la calidad y competencia de sus programas debe considerar con toda seriedad los criterios de asignación de recursos y las decisiones sobre modificaciones de planta física, infraestructura básica, procesos administrativos, dotaciones, capacitación de docentes, dedicaciones y tiempos reales de profesores e investigadores y, en general, la asignación de recursos para hacer posible el éxito del proceso permanente de modernización curricular.

Las universidades deben definir sus fortalezas y debilidades, definir prioridades en sus líneas de trabajo y actuar sobre sus zonas geográficas de influencia, sin perjuicio de las alianzas nacionales e internacionales que surjan como consecuencia del desarrollo de proyectos específicos.

El proceso de modernización curricular debe entenderse y desarrollarse como una gestión asociada a la vida universitaria plena, una tarea permanente, frente a la cual no puede haber excusas, concesiones, descuidos o vacilaciones, so pena de enfrentar rezagos irrecuperables en la carrera por la competitividad y la calidad de la formación de los ingenieros civiles colombianos.

4. A los programas de ingeniería civil

Las tendencias identificadas en los ingenieros civiles requeridos por la sociedad señalan como atributos principales: actitudes de liderazgo, responsabilidad, ética y compromiso; humanismo, espíritu crítico, creatividad y actitud favorable al trabajo investigativo, decisión de mejoramiento permanentemente y actualizado para entrar a la corriente de una educación "de por vida". Estas condiciones deseables en los estudiantes exigen compromiso de infraestructura para investigar, dotación, recursos y nuevos modelos de gestión institucional; todo como parte de un amplio proceso de autoevaluación, con participación de los

agentes comprometidos, para generar mecanismos de verificación que conduzcan a un ejercicio de acreditación, y lo que es más importante, que favorezcan la aclimatación de la cultura de la calidad y la acreditación.

Las características específicas del entorno local deben considerarse en el diseño curricular a partir de los resultados obtenidos durante los Seminarios regionales. En cualquier caso deben observarse los contenidos mínimos de los planes de estudio para evitar desequilibrios internos frente a los patrones de competitividad nacionales e internacionales

Como parte de los mecanismos de modernización curricular de los programas es fundamental considerarse parte integral de la institución universitaria, porque de esa manera se multiplican las opciones y disponibilidades de recursos y apoyos administrativos y operativos. En el proceso de modernización deben involucrarse todos los estamentos: directivos, docentes, alumnos, administradores y egresados; así como representantes gremiales y voceros de los distintos sectores de la sociedad.

Un principio rector del proceso de modernización curricular debe ser el compromiso de acercar la ingeniería civil a la sociedad, dentro de un ambiente ético que contribuya, con su ejemplo, a elevar la moral pública; y procurando, en estricta observación de los avances científicos y tecnológicos, mejorar la calidad de vida de toda la comunidad. En todo momento debe considerarse la necesidad de adecuar los planes de estudio a los requerimientos de la sociedad y al desarrollo científico y tecnológico, sin permitir que el currículo se convierta en un apéndice de los programas de gobierno o de las decisiones de política económica.

5. Al sector productivo

La vinculación de la universidad puede hacerse a través de varios canales, cada uno con sus características y particularidades. A través del acercamiento con el sector productivo para cooperar en proyectos de investigación y desarrollo, gracias a la disponibilidad de recurso capacitado en las áreas científica y tecnológica que se encuentra en las universidades. Con la comunidad el apoyo usualmente se brinda a través de proyectos de extensión solidaria, o mediante prácticas sociales estudiantiles para identificar y formular proyectos de desarrollo para las poblaciones económica y socialmente marginadas.

El acercamiento de las universidades con el sector productivo, debe considerar los conflictos de intereses que pueden originarse al asociar a dos organizaciones con racionalidades diferentes y de una dilatada tradición de indiferencia y desconfianza mutuas. En cualquier caso la aproximación y los acuerdos resultantes deben preservar la autonomía e independencia de las partes; evitando que las universidades generen

competencias injustas con otras personas o empresas a las cuales puedan desplazar en sus trabajos de asesoría al sector productivo gracias a sus menores costos de operación.

Conviene al sector productivo meditar a fondo si las universidades deben distorsionar su tarea de creación y difusión de conocimientos necesarios para elevar la calidad de vida del conjunto de la sociedad; para dedicar sus esfuerzos y orientar sus programas hacia la solución de problemas puntuales o necesidades específicas de un sector de la industria o el comercio nacional o internacional. Los criterios de rentabilidad académica, -esto es-, la "ganancia" de conocimientos que puedan ser difundidos y aprovechados socialmente, debe privilegiarse frente a las utilidades contractuales derivadas de simples ejercicios de consultoría o servicios a la industria.

No debe perderse de vista que siempre existe el riesgo en las universidades de abusar de la mano de obra calificada, presionada y de bajo costo representada por los estudiantes y los profesores. La necesidad de incrementar los ingresos, y el afán exacerbado de competencia "comercial", pueden generar una total distorsión de la misión institucional, produciendo de paso dificultades de imagen a las universidades cuyas capacidades instaladas de investigación y extensión sean apenas incipientes.

El sector productivo, consultando las realidades regionales y locales, puede aproximarse a la universidad con criterios de cooperación, equidad y consideraciones de utilidad social del conocimiento desarrollado. Las alternativas de operación deben explorarse conjuntamente para decidir la modalidad: centros de investigación, proyectos académicos - industriales, incubadoras empresariales; que mejor se ajuste a las condiciones reales, tanto de la universidad como de la industria.

Siendo plural el número de alternativas de cooperación y trabajo conjunto, los representantes - tanto de la universidad como del sector productivo - deben iniciar su aproximación justamente definiendo, para las particularidades de cada proyecto y cada región, los mecanismos idóneos para materializar las alianzas resultantes.

El acercamiento es de doble vía, y en consecuencia no debe sesgarse la visión hacia el estereotipo de las universidades buscando a los representantes del sector industrial de una región para indagar por sus necesidades y proyectos. En realidad, el sector productivo también debe prepararse para trabajar con la universidad, acercarse a ella, conocer sus potencialidades, pero también verificar sus necesidades y debilidades. De esa manera, la aproximación se hace conscientemente y la alianza se construye sobre bases mucho más coherentes y firmes.

Bibliografía

- Acta del 3er Taller sobre Modernización de la enseñanza de la ingeniería. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, junio 1994
- Cañón Rodríguez Julio C. *La formación humanística de los ingenieros civiles. El tránsito entre la indiferencia y la acción.* Ponencia presentada al 1er Taller Internacional de educación en Ingeniería Civil La Habana, Cuba, febrero de 1996
- Cortés Amador Carlos. *Educación en Ingeniería*, Bogotá, 1995
- Documentos regionales para la actualización y modernización del currículo en Ingeniería Civil.* ACOFI. Santafé de Bogotá, mayo de 1995
- Higher Education. The lessons of experience.* A World Bank Publication. Washington, 1994
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior -ICFES-. *Carta ICFES No. 26.* Santafé de Bogotá, junio 1995.
- , *Educación Superior: Compendio de normas Ley 30 de 1992.* Santafé de Bogotá, junio 1995. 9-43 p.
- Jaramillo Uribe, Jaime. *Historia de la pedagogía como historia de la cultura.* 3a edición. Fondo Nacional Universitario, Bogotá, 1990
- La calidad de la educación. La nueva legislación y sus perspectivas hacia el siglo XXI.* Asociación Javeriana de Investigación Educativa. Ventana Editores. Santafé de Bogotá, 1994
- Planteamientos y reflexiones alrededor del currículo en la Educación Superior.* ICFES. Serie memorias de eventos científicos colombianos No. 58 Santafé de Bogotá, 1988
- Seminario Internacional para la actualización y modernización del currículo en Ingeniería Civil.* ICFES, ACOFI, Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, octubre de 1995
- Seminario Nacional para la actualización y modernización del currículo en Ingeniería Civil.* ICFES, ACOFI, Documento Ejecutivo, Medellín, agosto 1995
- Spanbauer, Stanley J. A. *Quality System for education.* ASQC Quality Press, Milwaukee Wisconsin, 1992
- Técnica y Desarrollo Humano. La formación del ingeniero colombiano.* ACOFI. Santafé de Bogotá, 1989.

Lista de entidades que participaron en las reuniones regionales, nacional e internacional

Zona Occidente

Popayán - Universidad del Cauca

Asociación Caucana de Ingenieros

CAMACOL

CONCIVILES

ICFES

Ingeniería de consulta

Universidad del Cauca

Manuel José Bravo

Carlos Alberto Zuluaga

Armando Garrido Otoyá

Luis Posada Delgado

Germán Arboleda Vélez

Rodrigo Cajiao V.

Julio C. Diago Franco

Henry Paz Paz

Alfonso Aguilar

Alvaro Duque Ossa

Fredy Jaramillo Otero

Rodrigo A. Lemos Ruiz

Gerardo A. Rivera L.

Nelson Rivas Muñoz

Fernando A. Galvis J.

Gilberto Arboleda D.

Luis A. Betancur

Luis J. González M.

Napoleón Zambrano A.

Nubia Fernández de M.

Carlos A. Arboleda V.

Luis Ildemar Bolaños

Fanny Cardona Espinosa

Benilda Lara de C.

Galo A. Cosme Vargas

Homero Erazo Franco

Vladimir Martínez Peña

Luciano Rivera Caicedo

Harold Cárdenas

Pablo Grech Mayor

Fredy Lozano

Universidad del Valle

Universidad Javeriana

Universidad Tecnológica del Chocó

Elaboración del documento regional: Rodrigo Cajiao V.

Zona Central

Santafé de Bogotá - Escuela Colombiana de Ingeniería

Escuela Colombiana de Ingeniería

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

Ricardo López Cualla

Carlos Vallecillas

Universidad Antonio Nariño	Enrique Rutler
Universidad Católica de Colombia	Rafael Pérez Carmona
Universidad de la Salle	Miguel Ortega Restrepo
Universidad de los Andes	Alejandro Martínez
Universidad Javeriana	Germán Rojas
Universidad La Gran Colombia	Manuel Ricardo Ruíz R.
	Alberto Sánchez De La Calle
Universidad Minuto de Dios	Gonzalo Jiménez
Universidad Militar Nueva Granada	Luz Yolanda Morales M.
Universidad Nacional de Colombia	Félix Hernández
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja	Oscar Ramírez
	Gonzalo Pérez Buitrago
Universidad Santo Tomás	Alfonso Acosta Vélez

Elaboración documento regional: Félix Hernández - Ricardo López Cualla

Zona Norte - Oriente

Cartagena - Universidad de Cartagena

Corporación Unicosta	Javier Jaramillo
	Tomás Zuñiga
ICFES	Guillermo Hoyos
Sociedad de Ingenieros y Arquitectos de Bolívar	Juan del Río
	Rafael Ricaurte
Universidad de Cartagena	Jairo Alvis
	Arnold Araujo
	Marco Blanquicett
	Rafael Galeano
	Raúl Guerrero
	Pedro Guardela
	Antonio Marimón
	Guillermo Peña
	Esteban Puello
Universidad del Norte	Victor Cantillo

Elaboración del documento regional: Arnold Araujo - Pedro Guardela

Zona Cafetera

Armenia - Universidad del Quindío

ACOFI	Jaime Salazar Contreras
CAMACOL	Luz Marina Henao
Corporación Regional del Quindío	Francisco Javier Bedoya V.
	Adriana Lucía Duque Velasco
	Hector Polanía Rivera
	Alfredo Antonio Murillo Vélez
Universidad del Quindío	Jairo Díaz Jurado
	Pedro Antonio Arenas Rodríguez
	Marco Aurelio Aristizabal Osorio
	Hugo Monsalve Jaramillo
	Hernando Calcedo Betancourth
	Joaquín Emilio Díaz Tabares
	Joaquín Villa
	José Antonio Báez Báez
	José Alejandro Naranjo Ocampo
	Gilberto Echeverry Lemus

Mario Alberto Marmolejo Cardona
Gonzalo Jiménez Cleves
Asdrubal Nieto Cárdenas
Gustavo villalobos Nieto
Carlos Arturo García
Luis Carlos Martínez
Hector Gómez López
Guillermo León Rendon Valencia

Universidad Nacional - Manizales
Universidad Nacional - Medellín

Elaboración del documento regional: Héctor Polanía Rivera - Alfredo Antonio Murillo Vélez

Nacional

Medellín - Universidad Nacional de Colombia

ACOFI
Cementos Argos
CIDET
Corporación UNICOSTA
Empresas Públicas de Medellín
Escuela Colombiana de Ingeniería
ICFES

Jaime Salazar Contreras
Eduardo Silva
Carlos Esteban Santa María
Jairo Jiménez Gómez
Javier Jaramillo C.
Luis Fernando Múnera López
Ricardo López Cualla
Francy Rojas Silva
Carlos Cortés Amador

Universidad de Cartagena

Universidad del Cauca
Universidad del Quindío
Universidad del Valle
Universidad Católica - Bogotá
Universidad EAFIT

Arnold Araujo Altamiranda
Pedro Guardela Vasquez
Julio Cesar Diago F.
Alfredo A. Murillo
Harold Cárdenas O.
Rafael Pérez Carmona
Dario Vélez

Universidad Javeriana
Universidad Nal. de Colombia - Bogotá

Rodrigo Osorio Mora
Fernando Nieto Castañeda
Felix Hernández Rodríguez
Pedro José Amaya

Universidad Nal. de Colombia - Manizales
Universidad Nal. de Colombia - Medellín

- Hector Gómez López
Raúl Cifuentes Serna
Juan Ramiro Sánchez Uribe
Victor Gabriel Valencia Alaix
Jairo Sierra Munera
Jorge Anibal Salazar Palacio
Jorge O. García Escobar
Guillermo León Rendón Valencia
Fredy Lozano García

Universidad Tecnológica del Chocó

Elaboración del documento nacional: Jorge O. García Escobar - Guillermo León Rendón Valencia.

Internacional

Santafé de Bogotá - Universidad Nacional de Colombia

ACOFI
Consultor U.S.A.
Empresa de Acueducto y Alcantarillado
Escuela Colombiana de Ingeniería

Jaime Salazar Contreras
David Reyes Guerra
Alejandro Deeb
Jairo Romero Rojas
Eduardo Silva Sánchez
Sandra Campagnoli
Ricardo López

Escuela de Ingeniería de Antioquia	Carlos Alberto Rodríguez
ICFES	Carlos Rodríguez Lalinde
INGEOMINAS	Luis Posada
Instituto Nacional de vías	Adolfo Alarcón
Instituto SER de Investigaciones	Hernán Otoniel Fernández
Universidad Católica de Colombia	Pedro Amaya
Universidad de Cartagena	Rafael Pérez Carmona
	Pedro Guardela V.
	Arnold Araujo A.
Universidad de EAFIT	Dario Vélez Acosta
Universidad de Medellín	Arturo Arismendy Jaramillo
Universidad del Cauca	Rodrigo Cajiao V.
Universidad del Norte	Carlos Rosado
Universidad del Quindío	Alfredo Antonio Murillo
Universidad del Valle	Harold Cárdenas
Universidad de la Salle	Miguel Ortega R.
Universidad de los Andes	Jairo Uribe Escamilla
Universidad Fco. de Paula Santander	Hernán D. Angarita
Universidad Javeriana	Germán Rojas Orozco
Universidad Minuto de Dios	Ramón Thompson R.
Universidad Nal. de Colombia. Bogotá	Felix Hernández
	Carlos E. Cubillos P.
	Julio César Cañón R.
	Gustavo Granados
	Sergio Pabón Lozano
	Otoniel A. Sanabria
	Alvaro González
	Silverio Farias Mendoza
Universidad Nal. de Colombia - Manizales	Héctor Gómez
Universidad Nal. de Colombia - Medellín	Guillermo León Rendón Valencia
U. Peruana de Ciencias Aplicadas	Héctor Gallegos
Universidad Santo Tomás de Aquino	Alfonso Acosta Vélez
Universidad Tecnológica del Chocó	Freddy Lozano García
Sociedad Colombiana de Ingenieros	Gonzálo Jiménez Escobar
	Hernando Salcedo

Elaboración del documento internacional: Julio César Cañón Rodríguez

Relator y compilador del documento final: Julio César Cañón R.
 Profesor asistente - Departamento de Ingeniería civil
 Universidad Nacional de Colombia

Este libro se terminó de imprimir en
Opciones Gráficas Editores Ltda.
el 13 de septiembre de 1996.
Santafé de Bogotá