

# Opinión

**La sección de opinión de la Revista de Ingeniería es un espacio abierto a la discusión de temas importantes en la vida de la Ingeniería Colombiana, su práctica y su docencia.**

**No pretendemos presentar una posición editorial, sino facilitar una polémica amplia y seria sobre problemas de interés.**

**Queremos iniciar esta sección con una discusión ya vieja, pero cada vez más aguda: la relación entre la Universidad y el Sector Productivo. El crecimiento y maduración de las Universidades, el incremento en el nivel de preparación de sus profesores, el reconocimiento de que el profesor debe laborar preferencialmente de tiempo completo, parecieran estar presentando una nueva universidad al País. Una Universidad con potencialidades crecientes. Una Universidad de la cual se debe esperar más pero a la cual hay que exigir más.**

**La Revista de Ingeniería ha invitado a dos profesores de amplia trayectoria en la Facultad de Ingeniería para que sean ellos quienes inicien con su contribución esta importante discusión. Son ellos Alberto Sarria, profesor de Ingeniería Civil y Decano de la Facultad y Francisco Rueda, profesor de Ingeniería de Sistemas y Vicedecano de la Facultad entre 1986 y 1990.**

**Alberto Sarria M.**

**Ingeniería Colombiana E  
Ingeniería Uniandina**

**Introducción**

**L**a Universidad de los Andes fué fundada en 1948 con su Facultad de Ingeniería como parte de las primeras unidades docentes. Si se supone que los primeros Ingenieros Uniandinos comenzaron su ejercicio profesional hacia los años 1954-1955, esta actividad se aproxima al medio siglo de presencia en la ingeniería colombiana y en el desarrollo del país.



**ALBERTO SARRIA M.** Ingeniero Civil, Universidad del Cauca. Decano de la Facultad de Ingeniería, Uniandes. Profesor de Ingeniería Civil, Uniandes. Áreas de especialización: Diseño Estructural y Ciencias de la Tierra.

Las universidades del Estado Colombiano, cuentan con programas de Ingeniería civil

desde el siglo pasado y desde mediados del siglo XX comienza a ofrecer otras especialidades. Esta situación, muestra que en cuanto a la ingeniería civil, la de los Andes es joven dentro del contexto nacional, mientras que las especialidades en eléctrica, industrial, mecánica y sistemas, al menos son contemporáneas con

algunas de las otras universidades del Estado.

La Ingeniería colombiana ha participado en las grandes inversiones que los sectores público y privado han hecho para el desarrollo nacional. La Infraestructura del transporte, la dotación de servicios públicos como acueductos, alcantarillados, carreteras, aeropuertos, centrales hidro y termoeléctricas, sistemas de transmisión y distribución de energía, vías fluviales y ferreas, son entre otras, actividades en las cuales las Ingenierías civil, eléctrica y mecánica han participado de manera activa.

El desarrollo de los sistemas de telecomunicaciones, el control de la distribución de la energía eléctrica generada en el país, y una incipiente industria de electrodomésticos principalmente, aunque no únicamente, les ha dado la oportunidad de lograr un cierto desarrollo a los Ingenieros eléctricos, electrónicos y de comunicaciones. El desarrollo industrial, ha ofrecido oportunidades a los Ingenieros químicos, civiles, eléctricos y mecánicos. Al mismo tiempo, nuevas técnicas para controlar la inversión pública y privada, así como la dotación masiva de computadores en las empresas para mejorar su productividad o controlar mejor sus inversiones y producción, ha permitido un cierto desarrollo de la Ingeniería de sistemas, que dentro de las ramas ya tradicionales de la ingeniería, resulta la más reciente.

Las actividades mencionadas, han implicado la inversión de muchos miles de millones de dólares, con una participación directa de la Ingeniería nacional. Sería presumible entonces, que tan voluminosa inversión con tan clara participación de los Ingenieros colombianos, hubiera conducido a una posición fuerte de la Ingeniería nacional, de la cual se hubiera derivado una apreciable proyección internacional, que a su

vez hubiera fortalecido más a la profesión. Infortunadamente, muy poco de esto se ha dado y es bueno recordar las razones que pretenden explicarlo.

Ha tenido que haber una participación de la Ingeniería Uniandina en este proceso de muy lento progreso; la inquietud es muy pertinente por la sencilla razón de que se ha aspirado a que los Ingenieros de Los Andes, conformen el motor de una innovación permanente, que precisamente ha debido impulsar la Ingeniería nacional hacia desarrollos con horizontes más claros y amplios.

En este escrito se hacen algunas consideraciones sobre la ingeniería nacional, y la de la Universidad de los Andes, en cuanto a su presencia e incidencia en el desarrollo nacional. Lo que se pretende no es un análisis exhaustivo, sino más bien exponer algunas opiniones que estimulen a los profesores, profesionales y estudiantes que lean este artículo, a analizar mejor las cosas y a proponer medidas correctivas a deficiencias manifiestas.

## Innovación En La Ingeniería Colombiana

El término innovación se emplea de una manera indiscriminada, a veces fuera de contexto. Por innovación se entiende en este caso la capacidad para crear algo nuevo, o para adaptar lo conocido a nuevas circunstancias, pero siempre teniendo en cuenta las particulares condiciones regionales o locales. Innovación no es copia.

El autor considera que la ingeniería colombiana posee una cierta élite de elevada capacidad de análisis y desarrollo. Esta élite posee una clara capacidad de innovación y la ha demostrado, aunque no mucho, mediante su participación exitosa, en promedio, en los grandes proyectos que demandan

las actividades anteriormente mencionadas. No obstante, la proliferación de facultades de Ingeniería en el país, algunas nacidas de presiones regionales o casi que se podría decir que del capricho de algunos grupos, traen como consecuencia que la formación no sea la adecuada para que el grupo Innovador sea algo mayoritario en la profesión.

Pero no debe confundirse la innovación con la traslación indiscriminada a nuestro país de aquello que está de moda o resulta adecuado para otros, a veces más pudientes, a veces con condiciones socio-económicas o climáticas muy diferentes. Aquí se ha fallado y se han cometido errores costosos. A veces se han importado especificaciones o tecnologías inapropiadas para nuestras propias condiciones; esto se ha pagado caro en vidas y capital.

Ni importar tecnologías indiscriminadamente porque afuera están de moda, o imponer cursos nuevos en las universidades, porque llegó alguien que creyó aprender algo novedoso en el exterior, deben considerarse que hacen parte de lo que aquí se pretende entender por innovación. Puede que lo sean, pero también, pueden no serlo.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha contribuido con innegables innovaciones, que han resultado útiles al país y que han colaborado en la modernización de la enseñanza técnica en Colombia. La generalización de las aplicaciones de los computadores para la solución de problemas que exigían una elevada labor numérica se inició en Uniandes en la década los años sesenta. La semestralización de los estudios de la Ingeniería, racionalizó recursos y aumento el rendimiento académico. La flexibilización de los programas académicos, con la introducción de un buen número de cursos electivos, hizo más

atractivos los programas para los estudiantes, al tiempo que permitió crear el ambiente apropiado para poder tener profesores dedicados a áreas especializadas en la ingeniería. La supresión de la habilidad de los cursos no aprobados le confirió más seriedad al ejercicio docente al tiempo que elevó el nivel académico. El estímulo a la Investigación de problemas nacionales o generales, amplió las posibilidades de crear ambientes académicos atractivos para el grupo profesional. Nada de esto se daba de manera general antes de los años cincuenta, por eso ahora no parece importante o puede considerarse más o menos normal. Sólo los que pueden comparar, entienden la diferencia y a esa diferencia está íntimamente asociada la incidencia nacional de la orientación académica de Uniandes.

Por otra parte, al menos en cuanto a la universidad privada se refiere, la docencia a partir de profesores de tiempo completo, resultó una experiencia que ha demostrado beneficio para el país. La presencia de profesores dentro de la Universidad y de la consejería obligatoria, le confiere a la docencia una connotación que a veces conduce a excelentes resultados. Así se logra una cercanía, de otra manera imposible, entre profesor y estudiante. Esto ha sido un paso innovador muy importante en la docencia técnica en el país porque de allí se derivan beneficios mutuos, tales como la posibilidad de una orientación profesional y ética más clara.

Ahora: ¿se ha trasladado la capacidad de innovación desde la universidad al medio profesional?. Es casi seguro que en cuanto a algunos tópicos de la Ingeniería civil se puede decir que sí, pero no es tan clara la respuesta cuando se entra a analizar algunas áreas específicas. Por ejemplo, la incidencia de los computadores, que debe mencionarse en virtud

de la dependencia cada día mayor de nuestra sociedad de estos elementos de trabajo; sobre este tema se vuelve más adelante.

## Algunos Problemas De La Ingeniería Nacional

Como ya se ha mencionado, la Ingeniería colombiana ha tenido una cierta capacidad innovadora, que sin lugar a dudas ha podido, y ha debido, ser bastante más notoria. Algunos problemas se han analizado para tratar de explicar el asunto. Para ello, la Facultad de Ingeniería de Uniandes programó una serie de foros, desarrollados entre 1983 y 1987, a los cuales se invitaron representantes de los sectores público y privado, con el fin de que expusieran sus opiniones sobre algunos aspectos que fueron el objeto específico de cada foro, veáñse las referencias (1),(2),(3) y (4).

En estos foros, se propusieron una serie de factores que posiblemente explican las razones principales para que la Ingeniería nacional no haya tenido el vigor y la proyección que sería de esperar, dada su ya larga trayectoria en el manejo de grandes proyectos e inversiones, que a menudo han contado con una costosa asesoría extranjera, que alguna enseñanza debió dejar. Entre estos problemas conviene resaltar los siguientes:

- a) Trato desigual del Estado Colombiano al Ingeniero nacional, con respecto al extranjero. Esta anómala situación, que es indiscutible, debilita las posibilidades de competir de una manera justa, y es por tanto regresiva.
- b) Falta de reinversión de la ingeniería en la propia industria. Esto se debe, a la falta de compromiso del ingeniero con su profesión y también al temor frente a la incoherencia de las políticas gubernamentales en referencia a la inversión

pública. El Ingeniero prefiere diversificar su patrimonio antes que reinvertirlo en aquello que le dió la primera holgura económica.

- c) Desconexión contumaz entre la docencia y el ejercicio profesional, que en lugar de conducir a una acción solidaria y más fuerte, ha producido incomprendiciones y celos injustificados, en donde se hacen recriminaciones recíprocas sobre una supuesta deslealtad de la universidad en general, desarrollando las labores de consultora de proyectos de Ingeniería, para lo cual no está preparada, además de que no es su oficio. Lo que ha quedado claro es que la participación de las universidades en esto ha sido absolutamente marginal en la consultoría colombiana.
- d) Carencia de liderazgo, con una paulatina desaparición de las ideas que alguna vez le dieron una posición preponderante a los Ingenieros en la conducción de Estado.
- e) Incapacidad de pensar en el bien común, antes que en el sólo beneficio personal. Se ha anotado que esta es una consecuencia de la misma sociedad colombiana que también es así.
- f) Inconsistencia entre el pensamiento del ingeniero como persona y como funcionario público. Como persona pregonó unidad con los problemas profesionales; cuando llega a una posición pública, los puntos de vista a menudo sufren impresionantes virajes.
- g) Deslealtad en el ejercicio profesional, al ofrecer la ejecución de trabajos por valores inferiores a los que resultan justos, o recomendados. Esto conduce a errores o deficiencias que le cuestan muy caro al país y desestigian a los Ingenieros.

- h) Exceso de profesionales de la Ingeniería, originado en políticas gubernamentales equivocadas e irresponsables, con efectos a largo plazo, que no alcanzan a producirse durante el ejercicio de quien las ejecuta.
- i) Baja calidad de muchos programas de Ingeniería, a cargo de una mayoría asfixiante de profesores externos, que dedican sus "horas libres" al ejercicio deficiente de tan noble actividad.
- j) Incongruencia entre la necesidad de emplear Ingenieros para acelerar el incipiente desarrollo nacional, y la incapacidad de llevar a la práctica los programas para lograrlo; esto conduce al sub empleo y la amoralidad.
- k) Estímulo al monopolio estatal en empresas de comunicaciones, que fomentan la inefficiencia y terminan completamente burocratizadas. Debe anotarse que en la actualidad se están tomando medidas para acabar con esta molesta situación.
- l) Baja remuneración de los servicios de consultoría por parte de las agencias del Estado, lo cual no permite la permanencia de los Ingenieros más capacitados en las empresas de consultoría. Se genera así una gran movilidad profesional que es perjudicial para el país y no permite emplear a los profesionales más capacitados en algún tipo de innovación técnica.
- m) Incumplimiento y retrasos injustificados en los pagos por los servicios de ingeniería, que obligan a estos profesionales a recurrir al mercado extrabancario o a otras fuentes de financiación, con tan elevados costos financieros que conducen al fracaso de muchas obras o proyectos.

Además de los puntos anotados el autor considera conveniente referirse a algunos aspectos específicos complementarios que hacen parte de la problemática de la Ingeniería colombiana, y que de alguna manera se relacionan con la Universidad de los Andes.

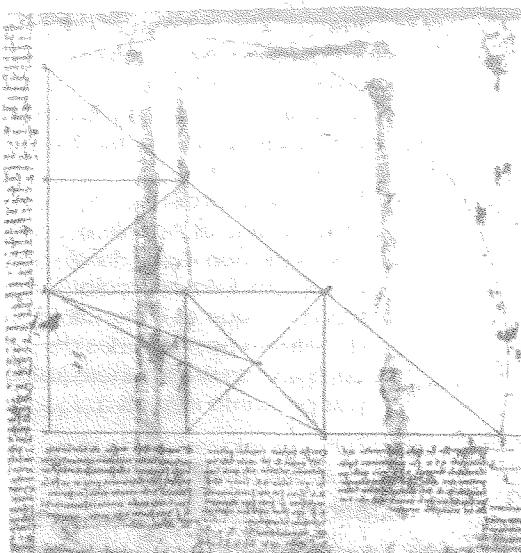
colombiana y en ello tienen culpa las dos partes involucradas.

Desde hace mucho tiempo algunos han creído necesario reducir la brecha entre docentes y practicantes buscando convenios universidad-industria, que lo permitan. Estas ideas se desarrollan como política a largo plazo en al menos una universidad del país; infelizmente, no resultan lo suficientemente extendidas como para poder juzgar la bondad de algo que parece tan saludable. Lo que si parece resultar claro es que de una generalización de esta práctica saldría ganando el país.

En parte debido a la desconexión mencionada, se dice que al futuro Ingeniero se le ofrece una preparación que guarda poca relación con aquello que se supone tendrá que hacer al iniciar su vida profesional; este ha sido un planteamiento que el autor de estas notas considera equivocado, pero que lo ha escuchado más de una vez en cuanto a los estudios en la Universidad de los Andes. Al respecto, conviene plantearse estas inquietudes: ¿Será que el medio se está acostumbrando a una cierta mediocridad y resulta

molesto recibir gente crítica, activa y a veces innovadora? ¿Será que hay un desenfoque total entre lo que el país necesita y el producto que se le está entregando en algunas universidades? Como siempre, es probable que haya algo de cierto en las dos posibilidades.

En el caso de los Ingenieros Uniandinos, parece claro que resulta muy necesario para el país mantener una formación básica fuertemente apoyada en las leyes naturales, con la suficiente formación física-matemática y humanística, como para que conserven la capacidad de analizar y



respetable. La desconexión entre práctica y docencia ha sido algo crónico en la Ingeniería

mantenerse al día, mediante la lectura de artículos técnicos que tratan sobre temas cada vez más complejos. Si no es así, la capacidad de renovación y las posibilidades de proponer soluciones no convencionales cuando las circunstancias lo indiquen, quedan demasiado reducidas.

En opinión del autor, sólo este tipo de profesional está en capacidad de innovar, de comprender integralmente las implicaciones de una compleja negociación internacional que no conduzca al país a ser siempre un perdedor. Ingenieros con ese enfoque profesional, están en capacidad de asimilar las implicaciones integradas de un cambio en determinada tecnología. Debe aceptarse sin embargo, que no resulta viable ni conveniente que esta orientación sea compartida o practicada por todas las escuelas de Ingeniería del país. Es apenas lógico que cada una debe tener sus propios conceptos y diferentes objetos de su razón de ser.

Ya se ha mencionado que tanto la práctica como la docencia, se han visto profundamente condicionadas por la presencia masiva del computador. La solución de muchos problemas prácticos que hace dos o tres décadas eran una utopía, a pesar de que la solución analítica se conocía pero en práctica, son actualmente algo corriente. La computación se asocia al desarrollo mismo de la sociedad, por tanto su difusión y empleo masivo será mayor con el correr de los años, si el desarrollo de la comunidad no se ve bruscamente frenado por una catástrofe generalizada, que pudiera ser de tipo ambiental o bélico, o ambiental como consecuencia de una confrontación bélica.

No obstante esta difusión, en la práctica de la ingeniería colombiana el computador en general no ha pasado de ser un buen elemento para lograr una

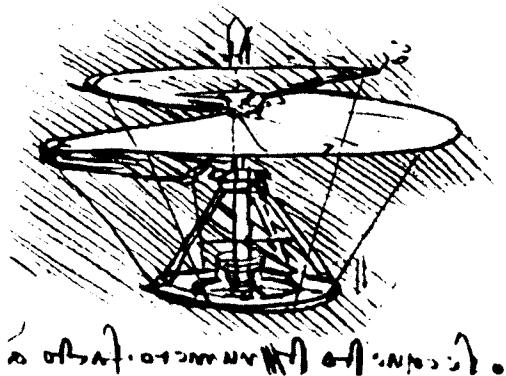
mejor administración, o para resolver determinado tipo de problemas a partir de programas adquiridos, usualmente desarrollados en el exterior. El desarrollo profesional de "software" es todavía algo relativamente exótico en Colombia, excepto en lo referente a la parte administrativa. Por ejemplo escenas animadas o de resultados sintetizados, conducen a verdaderos avances en el empleo de determinados procesos o métodos; también han desarrollado avanzadas metodologías para mejorar la enseñanza, con base en un pleno empleo del computador como un elemento interactivo. Esta actitud tiende a ir en contravía de la corriente en el medio colombiano, en donde el egoísmo y el aislacionismo se dan aún dentro de una misma institución.

La industrialización del "software" se ha convertido en una floreciente industria en otras partes, pero la Ingeniería nacional todavía no ha entrado con una pisada firme, con una orientación clara y con un apoyo decidido por parte de quienes podrían hacerlo. Los grandes grupos económicos del país, podrían tener allí una fuente atractiva de ingreso y participación en el desarrollo nacional, pero parece que no ha habido la habilidad para convencerlos de ello; para quién esto escribe, no hay dudas de que ha faltado presencia de la universidad colombiana en este campo.

## La Ingeniería Civil Uniandina En La Ingeniería Nacional

Se ha anotado que es difícil estimar la contribución institucional en una determinada especialidad en la cual varias universidades

inician actividades de manera más o menos simultánea. Por tanto, no resulta posible, al menos en este artículo, analizar aunque sea de manera rápida el caso de las especialidades de las Ingenierías Industrial, eléctrica, mecánica y sistemas. El caso de la civil, resulta viable por haber llegado la componente Uniandina cuando



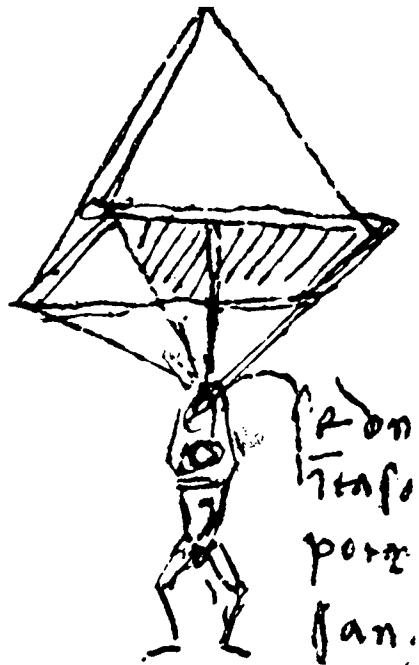
esta especialidad ya era algo rutinario en el país; por tanto, lo que sigue se refiere únicamente a la Ingeniería civil de Uniandes dentro de la Ingeniería nacional.

La ingeniería civil de Uniandes ha tenido un desempeño innovador en el país no sólo en las componentes académicas anteriormente relacionadas y referentes a la semestralización, cursos electivos, etc., sino también en cuanto a beneficios directos a la comunidad colombiana. A continuación se describen muy brevemente algunos logros, con la seguridad de que quedarán faltando algunos.

En la parte relacionada con los terremotos, se puede decir sin temor a equivocaciones o exageraciones, que Uniandes llevó el liderazgo que permitió la implantación del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, decreto 1400 de 1984. También debe anotarse la permanente divulgación de las

Ideas que han conducido al establecimiento de la Red Sismológica Nacional, actualmente en acelerado proceso de instalación y cuya operación se inicia a finales del presente año. Esta red, con tecnología digital punta a punta, operación en tiempo real con transmisión de datos vía satélite, será un modelo a nivel mundial.

Unlandes fué la primera institución colombiana y una de las primeras de América Latina, en ofrecer estudios integrados relacionados con los sismos, que incluyen cursos sobre Ingeniería sísmica, dinámica estructural y de suelos, elementos



finitos, sismología, vulnerabilidad y otros afines. También dentro de esta área, Unlandes ha ofrecido cada cuatro años, desde 1973, el Seminario Internacional Sobre Ingeniería Sísmica; este evento tiene un elevado prestigio internacional pues como conferencistas han asistido los más connotados investigadores y

expertos sobre el tema a nivel mundial. También debe anotarse que Unlandes tuvo a su cargo la coordinación del estudio del sismo de Popayán, estudio al cual estuvieron ligadas diez instituciones de los sectores público y privado. Más de cien proyectos de grado y tesis de maestría se han adelantado en el Departamento de Ingeniería Civil de Unlandes, con el fin de investigar diferentes temas, desde sismología hasta comportamiento dinámico no lineal de sistemas complejos con grados de libertad múltiples. Se han desarrollado además estudios experimentales de elementos estructurales a escala natural, sometidos a cargas monotónicas y alternantes.

En el área de biología, la Facultad de Ingeniería ha tenido un desempeño descolgante a nivel nacional e internacional. El Departamento de Ingeniería Civil ha participado fundamentalmente en el campo de la biomecánica de la miopía, tema que le ha merecido un reconocimiento no sólo dentro de los ingenieros, sino en la profesión médica. No cabe la menor duda de la innovación que este campo ha representado en el país.

En el área de recursos hídricos, el Departamento de Ingeniería Civil cuenta y ha contado, con profesores que han hecho publicaciones en prestigiosas revistas internacionales y que han presentado los resultados de sus estudios en varios congresos nacionales e internacionales. Cabe mencionar muy especialmente la sostenida participación en la ejecución de modelos para estructuras hidráulicas y para la hidráulica fluvial. A nivel de pregrado, muy probablemente fué Unlandes la primera institución educativa del país en la cual se comenzaron a ofrecer cursos sobre el análisis integrado de los recursos hidráulicos, esto desde comienzos de la década de los años setenta.

En el área geotécnica, también es probable que el primer curso de métodos geofísicos, aplicado especialmente a problemas de la Ingeniería civil, sea el ofrecido por el Departamento de Ingeniería Civil de Unlandes. Más de cincuenta alumnos han recibido entrenamiento analítico y de campo en esta nueva área de apoyo a la geotécnica. Debe destacarse también la amplia trayectoria del Departamento de Ingeniería Civil en el campo de la dinámica de suelos, campo en el cual se han desarrollado proyectos de grado y tesis de maestría tendientes a analizar problemas de orden general o específico, para el beneficio de la comunidad colombiana.

En la parte docente, los profesores del Departamento de Ingeniería Civil, han sido invitados frecuentemente como expositores en universidades del país y del exterior, en donde han participado en seminarios y cursos especializados.

## Conclusiones

Del material presentado, se pueden obtener las siguientes conclusiones generales:

- 1o. La ingeniería colombiana ha participado exitosamente en muchos proyectos para el desarrollo nacional, en los cuales se han hecho cuantiosas inversiones, principalmente en la segunda mitad del presente siglo.
- 2o. A pesar de la ya larga participación de la ingeniería nacional en grandes proyectos, su proyección internacional ha resultado muy tímida; casi inexistente.
- 3o. Se han desarrollado varios foros en la Universidad de los Andes, tendientes a analizar las razones para la falta de vigor de la ingeniería colombiana. Muchas explicaciones se han dado al respecto, algunas de

las cuales se han resumido en este artículo.

- 4o. La Ingeniería Unlandina no alcanza a tener cuarenta años de edad en la actualidad, mientras que la Ingeniería civil en el país ya lleva mucho más de cien años de existencia, por tanto su presencia en la Ingeniería nacional se ha logrado más por calidad que por número.
- 5o. Las especialidades de Unlandes en eléctrica, mecánica, industrial y sistemas, son más o menos contemporáneas con las similares en otras universidades del país. Por tanto, la

Incidencia de los programas de los Andes sobre otros programas similares o sobre la Ingeniería nacional, son más difíciles de mostrar explícitamente, aunque resulta claro que sí han servido de modelo y de guía. Es deseable que los Ingenieros de las diferentes especialidades analicen sus propios campos.

- 6o. En el caso de la Ingeniería civil, la capacidad de innovación de Unlandes se ha manifestado en la Ingeniería sísmica, los recursos hídricos, la bioingeniería y la geotécnica y estructuras.

## REFERENCIAS

- (1) FORO "LA INGENIERIA COLOMBIANA FRENTE A LA COMPETENCIA EXTRANJERA" Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. Bogotá abril 14 de 1983.
- (2) FORO "INCIDENCIA DE LAS TARIFAS DE LOS SERVICIOS DE INGENIERIA EN ALGUNOS AVANCES TECNOLOGICOS" Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. Bogotá diciembre 5 de 1984.
- (3) FORO "EMPLEO, SUBEMPLEO Y DESEMPLEO EN LA INGENIERIA COLOMBIANA" Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. Bogotá diciembre 4 de 1985.
- (4) FORO "LA UNIVERSIDAD Y LA CONSULTORIA EN LA INGENIERIA COLOMBIANA" Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. Bogotá mayo de 1987.

