



Revista de Ingeniería

ISSN: 0121-4993

reingeri@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

García Durán, Germán

Surgimiento y evolución de la Ingeniería Ambiental en Colombia

Revista de Ingeniería, núm. 26, noviembre, 2007, pp. 121-130

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121015050014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

memoria



Surgimiento y evolución de la Ingeniería Ambiental en Colombia

Recibido 17 de septiembre de 2007, aprobado 15 de octubre de 2007

Germán García Durán

Ingeniero civil y ambiental. Presidente Ejecutivo Fundación Río Urbano. Bogotá. D.C., Colombia.

info@riourbano.org ✉

ANTECEDENTES

Generalmente no es sencillo encontrar el origen de un proceso o acontecimiento, pues cuando se cree tener a la mano la respuesta, salta a la mente un evento anterior que podría ser el verdadero origen o al menos haber incidido decisivamente en éste. Esto se hace más notorio si tomamos en cuenta que cuestiones de índole personal y fortuitas pueden surgir como factores que contribuyeron a hacer posible ese origen.

Este es el caso del surgimiento de la Ingeniería Ambiental en Colombia, cuya descripción me obliga a remontarme al instante en que tomé la decisión de presentar solicitud a la Universidad de Notre Dame en South Bend, Indiana, Estados Unidos, para hacer un magister en “Environmental Engineering”. Esta era una rama de la ingeniería que incluso en ese país era nueva y que en Notre Dame se iniciaría precisamente en ese año (1965) cuando busqué complementar mis estudios de Ingeniería Civil realizados en las universidades de los Andes y la ya citada Notre Dame dentro del plan conjunto existente en ese entonces entre Uniandes y varias universidades norteamericanas.

Aceptado por Notre Dame para esta nueva etapa, me vinculé como Asistente de Profesores, mientras seguía un programa de magíster en Ingeniería Ambiental que duraba dos años, durante los cuales, además de realizar mis estudios, participé en proyectos de investigación que me fueron sumamente útiles en el ejercicio posterior de lo que en esa época era una novedosa profesión. Los cursos que ofrecía Notre Dame en esa especialidad incluían Principios de Ecología, Química Ambiental, Microbiología, Limnología, Contaminación del Agua, el Aire y el Suelo, Procesos Unitarios, Redes de Acueducto y Alcantarillado, Manejo y Tratamiento de Residuos, Impacto Ambiental, Administración Ambiental, Laboratorios, etc.

Finalizando mis estudios de magíster, me vi ante la disyuntiva de continuarlos para optar un doctorado o vincularme una vez graduado a una firma consultora norteamericana, alternativa que no tardó en seducirme. Debido a ello participé en los programas de descontaminación de la Bahía de Nueva York y en otros similares, que complementaron mi formación académica.



Durante mi trabajo en Nueva York me puse en contacto con mi exprofesor y amigo Eduardo Aldana Valdés, quien en ese entonces realizaba sus estudios de doctorado en MIT. En nuestra reunión surgió por primera vez la idea de introducir a la Universidad de los Andes y a Colombia la Ingeniería Ambiental, para lo cual Eduardo ofreció ponerse en contacto con la universidad. Las gestiones de Eduardo rápidamente rindieron frutos, por lo cual no dudo en atribuir a Eduardo Aldana Valdés, más tarde Rector de la Universidad de los Andes, la mayor parte del crédito por la introducción de la Ingeniería Ambiental a Colombia.

LA INGENIERÍA AMBIENTAL LLEGA A LOS ANDES

Así las cosas, quedé incorporado al equipo profesoral de la Universidad de los Andes a partir del 1° de enero de 1970, que se puede tomar como la fecha de introducción de la Ingeniería Ambiental a esta universidad y a Colombia. Con el Decano de Ingeniería en esa época, Carlos Amaya, discutimos el contenido de la materia e incluso el nombre que tendría, pues Ingeniería Ambiental era apenas una de las opciones. Consideramos también nombres como Ingeniería del Medio Ambiente, Ingeniería del Ambiente y otros, y concluimos que Ingeniería Ambiental era el más so-

noro y concreto, aunque no constituía una traducción exacta de “Environmental Engineering”.

Determinamos, además, que habría inicialmente dos cursos: uno muy general, Ingeniería Ambiental I, abierto a todo el pregrado a partir del quinto semestre, y uno específico, orientado hacia las soluciones de ingeniería a los problemas ambientales, abierto a los estudiantes de Ingeniería Civil a partir del sexto semestre.

CONTENIDOS

En cuanto al contenido de los cursos, Ingeniería Ambiental I abarcaba aspectos tales como el origen de la vida y del universo, nuestro sistema solar y su zona vital, las reacciones termonucleares del sol y su efecto en la vida en el planeta, la estructura biofísica de la tierra, la evolución de las especies y en particular de los seres humanos, los principios de ecología incluyendo los ciclos biogeoquímicos, las redes y niveles tróficos y los flujos de energía en los ecosistemas, los principios de química ambiental, la dinámica del crecimiento poblacional ante la disponibilidad de los recursos, el estado ambiental del planeta y las técnicas, en términos muy generales, para mejorarlo.

Ingeniería Ambiental II era un curso mucho más específico, orientado hacia estudiantes de Ingeniería Ci-



Germán García. Primer Foro Nacional sobre medio ambiente, 1971

vil y concentrado en un desarrollo más amplio de la química ambiental, la evaluación de la contaminación, las técnicas de tratamiento de residuos, el cálculo de redes de acueducto y alcantarillado, las técnicas de tratamiento de agua para consumo y el impacto ambiental de proyectos.

Un año después de iniciados los cursos de Ingeniería Ambiental, se consideró procedente introducir un curso de diseño, que denominamos Obras Sanitarias, y que, como su nombre lo indica, se concentraba en el diseño de este tipo de obras y estaba abierto a los estudiantes de Ingeniería Civil a partir del octavo semestre (en ese entonces esta carrera comprendía diez semestres).

Todos estos cursos contaron con una amplia participación estudiantil, en particular Ingeniería Ambiental I, que interesaba de manera especial a los estudiantes de Ingeniería Industrial y de Arquitectura en adición a los de Ingeniería Civil. Por ello, se tenían clases hasta de 60 estudiantes, mientras que los otros dos cursos, por estar orientados solamente a los estudiantes de Civil, contaban con unos 15 cada uno en promedio.

GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES

Más adelante, consideramos importante constituir un grupo interdisciplinario para la realización de investigaciones en el área ambiental, tomando en cuenta que el tema ameritaba su tratamiento por varias disciplinas del conocimiento y que la universidad con-

taba con personal muy calificado en diversas áreas. Pensamos inicialmente que se podría crear un centro de investigación, pero optamos por iniciar ese proceso de una manera más modesta con la creación de un Grupo Interdisciplinario de Investigaciones Ambientales, que discutiera los problemas ambientales, propusiera soluciones y participara en investigaciones en este campo.

Con un conjunto selecto de profesores especializados constituimos el grupo interdisciplinario, que participó en los años siguientes en varias investigaciones, entre ellas la relacionada con el control de la contaminación del aire en Central de Mezclas S.A. Entre los miembros del grupo estuvieron Roberto Galán Ponce de León, biólogo notable, quien falleciera poco después; Armando González, primer ecólogo graduado que hubo en el país; Elizabeth Grosse, directora del Departamento de Biología; y Jaime Sánchez, profesor del Departamento de Química. Vale anotar que hoy ya existe en la Universidad de los Andes un Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental, que podría considerarse como una evolución del grupo que inicialmente fue conformado.

PROYECTOS DE GRADO

Entre los requisitos para optar el título de Ingeniero Civil figuraba en ese entonces, al igual que hoy, la realización de un proyecto de grado que hiciera una contribución importante a cualquiera de los campos de interés a la profesión. Nos preocupaba enormemente

el estado deplorable de contaminación que incluso en ese entonces acusaba el Río Bogotá, por lo cual propusimos a varios estudiantes de Ingeniería Civil abordar ese tema. Tuvimos la fortuna de contar con dos estudiantes muy brillantes particularmente interesados en él: Édgar Caicedo Peña (q.e.p.d.) y Fernando de la Concha, quienes respectivamente adelantaron investigaciones sobre esta materia en dos años consecutivos, contribuyendo así al conocimiento científico de la contaminación del río y al aporte de ideas para su recuperación. Estas fueron tal vez las primeras investigaciones de corte académico que se hicieron en la historia del río, sirviendo además de base a otros estudios [1].

Un tiempo después, otro estudiante muy destacado, Ricardo Triana Soto, acometió una investigación sobre el uso de polielectrolitos naturales en el tratamiento de aguas para el consumo humano; lo cual introdujo aportes muy importantes a la búsqueda de economías en el tratamiento de este tipo de aguas.

“PRIMER FORO NACIONAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE”

Considerando que los temas ambientales en Colombia no despertaban en aquel entonces suficiente interés en la comunidad, nos pareció aconsejable proponer a las directivas de la Universidad la realización de un evento que promoviera ese interés y buscara crear conciencia a nivel nacional sobre tan cruciales materias. Esta idea recibió inmediato respaldo de la Rectoría, de la Facultad de Ingeniería y de otras facultades, por lo cual desde comienzos de 1971 iniciamos la organización del que denominamos “Primer foro nacional sobre el medio ambiente”, que marcó el inicio de una cadena de exitosos eventos, cada vez más numerosos, que sobre este tema se realizan desde entonces en el país.

El foro tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad de los Andes a mediados de 1971, un año antes de la realización de la primera reunión mundial sobre este tema, la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano”, que se llevó a cabo

en Estocolmo y despertó el interés universal en la degradación del medio ambiente global y en la necesidad de adoptar urgentes medidas para contrarrestarlo. Cuando convocamos el foro de los Andes, no teníamos conocimiento de que al año siguiente se realizaría una reunión mundial sobre el mismo tema, pero sí conocíamos el informe “Los límites al crecimiento”, publicado por el Club de Roma el año anterior. En resumidas cuentas, el “Primer foro nacional sobre el medio ambiente” no fue una reunión preparatoria de los sectores no gubernamentales y gubernamentales colombianos con miras a la conferencia de Estocolmo, pero sí contribuyó, a través de sus memorias [2], a la preparación de la delegación colombiana que participó en dicho evento.

Al “Primer foro nacional sobre el medio ambiente” fueron convocadas las universidades colombianas que se conocía desarrollaban, además de los Andes, programas de una u otra manera relacionados con el medio ambiente, como la Nacional, la Javeriana, la del Valle y la de Antioquia. De otro lado, se invitó a instituciones gubernamentales y privadas interesadas en el tema y a algunos organismos internacionales con sede en Colombia, en particular a la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS), cuyo apoyo fue crucial para el buen desarrollo del evento.

El éxito fue rotundo: más de cien participantes deliberaron durante tres días en torno a temas como



la filosofía ambientalista, la contaminación del agua, suelo y aire, los efectos nocivos de plaguicidas y fertilizantes, la legislación ambiental y muchos otros. Quienes participamos por la Universidad de los Andes presentamos varios trabajos, entre ellos “La filosofía ambientalista”, de mi autoría, que proponía un marco filosófico para abordar la problemática ambiental, y “La contaminación del Río Bogotá”, trabajo presentado por el ya exalumno y joven profesional Edgar Caicedo Peña.

De especial recordación en el foro fue la presentación del profesor Aníbal Patiño, de la Universidad del Valle, quien disertó sobre los valores ecológicos de la Laguna de Sonso y las medidas requeridas para su conservación. Adicionalmente, el profesor Patiño relató su experiencia con las “Jornadas ecológicas estudiantiles” que realizaba con sus alumnos a esta laguna y a muchos otros lugares de interés ecológico en el Valle. Dichas jornadas sirvieron de modelo a las que más tarde empezaríamos a realizar con estudiantes de los Andes y a las que tiempo después se llevarían a cabo por iniciativa de otros centros educativos y diversas instituciones.

El “Primer foro nacional sobre el medio ambiente” proyectó a la Universidad de los Andes nacional e internacionalmente como la pionera en Colombia en el tratamiento e investigación de estos asuntos. Ello posiblemente condujo, unos meses después, a que el Ministerio de Relaciones Exteriores incluyera a la universidad en la delegación de Colombia que concurriría a la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano”, asumiendo ese reto, al más alto nivel y con lujo de competencia, el rector Álvaro Salgado Farías.

1972 - 1978 : ETAPA DE TRANSICIÓN

En 1972 adquirí compromisos de consultoría que me obligaron a renunciar a mi cargo de tiempo completo en los Andes; no obstante, conservé con el aval de las directivas las cátedras de Ingeniería Ambiental y Obras Sanitarias, pero a partir de mediados de 1975 los citados compromisos se intensificaron, por lo cual

debí desvincularme de la nómina de la Universidad de los Andes.

A partir de mi retiro, la Universidad continuó con determinación los cursos en Ingeniería Ambiental y buscó fortalecerlos y consolidarlos cada vez más. Mi sucesor, el ingeniero Juan Quintero, persona altamente calificada quien también ostenta un magíster en Ingeniería Ambiental obtenido en Estados Unidos, prestó sus servicios a la Universidad por tres años y logró dar mayor énfasis a los aspectos de análisis del impacto ambiental, estudio ambiental de alternativas y diseño de obras sanitarias. Actualmente es alto funcionario del Banco Mundial en Evaluación de Proyectos en Washington, D.C.

1978: EMPIEZAN LA ESTABILIDAD Y EVOLUCIÓN

A mediados de 1978, Sergio Barrera regresa de la Universidad de Louisville en Estados Unidos especializado en Ingeniería Ambiental y se vincula a la Universidad de los Andes como profesor; se inició así una etapa de gran estabilidad y enorme evolución para la enseñanza de la Ingeniería Ambiental en la Universidad, situación que hoy perdura con su constante contribución. Además de que se continuó con la enseñanza de los varios cursos en Ingeniería Ambiental y Obras Sanitarias, se fortaleció la investigación al adquirir la Universidad en 1982 los nuevos laboratorios de Ingeniería Civil, que en el área ambiental incluyeron equipos sofisticados y muy completos de medición y análisis.

De otro lado, se fortaleció el área ambiental con la incorporación de más profesores y el incremento del número de cursos que se ofrecían; así mismo se cubrió aspectos cada vez más especializados. Entre los nuevos profesores figuraron Álvaro Orozco, vinculado en 1983, quien por haber sido Director Ambiental del Proyecto Carbonífero de El Cerrejón hizo grandes aportes en el área de mitigación del impacto ambiental, y Eugenio Giraldo, vinculado en 1990, quien fue el primer Ph.D. en Ingeniería Ambiental que ingresó a los Andes como profesor de esta materia y que impulsó a la vez la participación de la universidad

en estudios de impacto ambiental de proyectos a lo largo y ancho del país.

OTRAS UNIVERSIDADES INICIAN PROGRAMAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A partir de 1989, dado el auge que fue tomando el tema ambiental en Colombia y el mundo, otras universidades iniciaron programas en Ingeniería Ambiental [3], no solamente a través de cursos integrados a programas de Ingeniería Civil, como era el caso de los Andes, sino con un enfoque independiente, tanto a nivel de pregrado como en forma de diplomados y especializaciones. La Fundación Universitaria de Boyacá inicia en 1989 el primer programa de pregrado en Ingeniería Ambiental y es seguida por la Universidad de la Salle en 1992, la Escuela de Ingeniería de Antioquia en 1994, la Universidad de Medellín en 1995, la Pontificia Universidad Bolivariana de Bucaramanga en 1996 y la Universidad Francisco de Paula Santander (Sede Ocaña) también en 1996. La proliferación de estos programas guarda concordancia con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en 1993, que ponen al descubierto la necesidad de contar con mayor número de profesionales en este campo para que las instituciones y empresas oficiales y privadas puedan afrontar los retos ambientales que la nueva legislación les impone.

Esta tendencia se hace más marcada a partir de 1997. Hoy son muy numerosas las universidades colombianas que ofrecen programas en Ingeniería Ambiental o temas relacionados; existe incluso una, la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) que se dedica casi exclusivamente a estos temas.

LOS ANDES PROCEDE HACIA LA ESPECIALIZACIÓN

A partir de 1995, la Universidad de los Andes considera importante fortalecer su incursión en el campo ambiental con el desarrollo de un programa de especialización que denomina “Manejo Integrado del Medio Ambiente”. Este programa se desarrolla mediante módulos que abordan prácticamente todos los temas de interés en este campo, desde la administración,

legislación y gestión ambiental hasta las tecnologías de tratamiento y control y la negociación internacional. Tuve el honor de participar en este programa, dictando el módulo sobre “Legislación y negociación internacional”, durante el desarrollo de los programas correspondientes a 1995 y 1996, respectivamente.

Este programa ha sido continuado hasta el presente, aunque se observa un descenso [4] en el número de participantes, ya que en los primeros cinco años se contó con un promedio de cincuenta estudiantes por año mientras que en los siguientes ocho años este promedio bajó a 24 y para el programa del año entrante sólo aparecen 15 inscritos hasta la fecha. Es posible que este descenso en participación se deba precisamente a la proliferación de programas de medio ambiente en muchas universidades y a la tendencia a la saturación del mercado de empleos en el campo ambiental, pues cuando este programa se inició era enorme la demanda de profesionales en este campo y había muy poca oferta de éstos, mientras que hoy la mayoría de los cargos están ocupados y son pocas las nuevas posiciones que se crean cada año en esta área a pesar de la amplia demanda de empleo que existe.

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL A NIVEL DE PREGRADO EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Motivado por la aceleración de la evolución de las disciplinas ambientales en Colombia a raíz de la expedición de la Ley 99 de 1993 que creó el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental, que a su vez abrieron un nuevo mercado de posibilidades de trabajo en Ingeniería Ambiental, el profesor Sergio Barrera propone [5] a las directivas de la Universidad de los Andes la creación de un Programa en Ingeniería Ambiental a nivel de pregrado, que sustenta mediante documento fechado en marzo de 1998. Allí, el ingeniero Barrera analiza los programas en ese campo que se desarrollan en otras universidades desde 1989 y estima para los años siguientes un considerable aumento de la demanda de ingenieros ambientales, lo cual justifica plenamente la creación de un programa de pregrado en esta área en la Universidad de los Andes. Además, el profesor Barrera

define en su documento los alcances de la carrera y prediseña los cursos que deben conformarla, tanto los obligatorios como los electivos.

Con base en el anterior documento, la Universidad de los Andes aprobó a partir de 1999 la carrera de pregrado en Ingeniería Ambiental, que inició actividades dentro del nuevo Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, el cual administra las dos carreras, independientes entre sí. Además, el departamento administra varias especializaciones, entre las cuales figura la de Manejo Integrado del Medio Ambiente, y desarrolla programas muy activos de investigación a través de cinco centros especializados, tres de los cuales son del área ambiental o muy afines a ésta: el Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CIIA), el Centro de Investigación en Desastres y Riesgos (CEDERI) y el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA).

Para atender adecuadamente la nueva estructura, la Universidad puso al frente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental a Jorge Acevedo, profesor con amplia trayectoria nacional en ingeniería civil, y reforzó su cuerpo de profesores de Ingeniería Ambiental con la contratación de Eduardo Beherentz, Ph.D., quien es experto en el control de la contaminación del aire y en modelación ambiental y dirige el CIIA. Otros profesores son Alejandro Camacho Ph.D, Manuel Rodríguez Susa Ph.D. e Isabel Racyni Ph.D. Además, los profesores Juan Manuel Cordovez y Juan Pablo Ramos se encuentran en el exterior obteniendo sus doctorados, y el profesor Nicolás Escalante se apresta a regresar a Alemania para culminar su doctorado en Ingeniería Ambiental y luego incorporarse nuevamente a los Andes.

Según el Manual Descriptivo de los Programas Académicos de la Universidad de los Andes [6], el de Ingeniería Ambiental comprende las siguientes áreas de investigación: control de la contaminación, modelación ambiental y gestión ambiental; las investigaciones en estas áreas son manejadas por el Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CIIA).

En cuanto a los cursos obligatorios específicos para la carrera, éstos incluyen introducción a la ingeniería ambiental, problemática ambiental, química ambiental, termoquímica ambiental, ecología, microbiología ambiental, meteorología y contaminación atmosférica, desechos sólidos, procesos biológicos, modelación de sistemas medio ambientales y tratamiento físico del agua.

Adicionalmente, el estudiante debe tomar al menos tres electivas de ingeniería ambiental y puede escoger de una lista que incluye tratamiento no convencional del agua, prevención de la contaminación, residuos peligrosos, fundamentos de política ambiental, problemática ambiental II, gestión de lodos, rellenos sanitarios, modelación de procesos ambientales, hidrodinámica ambiental y modelación de flujo y contaminación de acuíferos.

Desde sus comienzos, el programa ha sido atractivo para el cuerpo estudiantil; ha logrado un muy alto número de inscripciones, pero éstas se reducen a unas dos terceras partes al convertirse en admisiones y estas últimas se reducen prácticamente a la mitad al traducirse en matrículas. A partir del 2004, se ha matriculado un promedio de 21 estudiantes por semestre y ha egresado un total de 94 profesionales [7].

El cambio introducido desde hace dos años a la duración de los programas de pregrado en la Universidad de los Andes ha obligado a hacer ajustes a todos ellos, incluyendo naturalmente el de Ingeniería Ambiental.



Esta medida ha suscitado alguna controversia, especialmente si se toma en cuenta que otras universidades, como la Nacional de Colombia, no han hecho este cambio y parece que no tienen en mente hacerlo. Algunos especulan que existe un desequilibrio entre las carreras de cuatro años y las de cinco, a menos que los conocimientos inculcados a los estudiantes en los dos tipos de programas sean los mismos, en cuyo caso el esfuerzo que deberían hacer los estudiantes de los Andes para atender con solvencia la carga del pregrado sería mayor al requerido en otras universidades.

La anterior situación parece no estarse dando, pues para ajustar los programas a la duración de cuatro años ha sido necesario fusionar algunos cursos y suprimir otros, lo que lleva a pensar que el nivel de conocimientos adquiridos en las carreras de cuatro años puede ser inferior al de las carreras de cinco años. En tal caso, la solución estaría en ofrecer un buen número de programas de posgrado, con duración de por lo menos un año, que no sólo compensen la diferencia en la carga académica de pregrado sino que proporcionen una formación de mucho más alto nivel que la que se lograría en las carreras de cinco años.

CONCLUSIÓN

La Universidad de los Andes fue pionera en el área ambiental en Colombia, por haber iniciado los cursos en Ingeniería Ambiental y los foros sobre el medio ambiente, como también los programas de investigación y especialización en el campo ambiental. Además, desde hace varios años ha puesto en marcha un programa de pregrado en Ingeniería Ambiental que se ha desarrollado con éxito.

A la luz de lo anterior, la Universidad debe mantener su liderazgo en el campo de la Ingeniería Ambiental en Colombia a través de un mayor fortalecimiento del programa de pregrado y el desarrollo de un programa de posgrado más ambicioso, que incluya la obtención de magister y, ojalá un poco más adelante, de doctorado. Paralelamente, deben ser fortalecidos los la-

boratorios y los programas de investigación y deben ser organizados foros, seminarios y cursos cortos que complementen lo anterior y consoliden y den a conocer más ampliamente el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes a Colombia y el mundo.

REFERENCIAS

[1] CDM-CEI-PLANHIDRO.

Estudios del Río Bogotá, Alcantarillados y Control de Inundaciones. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), 1974.

[2] *Memorias Primer Foro Nacional sobre el Medio Ambiente.* Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, 1971.

[3] *Cuadro sobre Programas de Ingeniería Ambiental en el país.* Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, 1996.

[4] *Cuadro de participación en la Especialización sobre Manejo Integrado del Medio Ambiente.* Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, 2007.

[5] S. Barrera.

Propuesta de Programa en Ingeniería Ambiental. Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, 1998.

[6] "Descripción de Programas del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental". *Manual de Programas Académicos.* Universidad de los Andes, 2005, pp. 324-329.

[7] *Cuadro sobre inscripciones, admisiones y matrículas en el Programa de Ingeniería Civil y Ambiental.* Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, 2007.