

El rol de la ingeniería y de la investigación en ingeniería en el proceso de licenciamiento ambiental ¹

The Role of Engineering and Engineering Science in Environmental Licensing

Ángela Inés Cadena Monroy ⁽¹⁾, Marcela Bonilla Madriñan ⁽²⁾

⁽¹⁾ Ph.D en Ciencias Económicas y Sociales, Université de Génève. Ex Directora de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Profesora Asociada Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia. acadena@uniandes.edu.co

⁽²⁾ Bióloga, Universidad de los Andes. Magister en Ciencias del Medio Ambiente, Escuela Politécnica Federal de Lausanne, Suiza. Asesora Ambiental, UPME; ex-Directora de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectoriales y Urbanos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). marcela.bonilla@upme.gov.co

Recibido 26 de octubre de 2015. Modificado 22 de diciembre de 2015. Aprobado 28 de diciembre de 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.16924/riua.v0i43.901>

Palabras clave

Academia, gestión de proyectos, ingeniería, investigación ambiental, licencias ambientales, mejoramiento continuo, normativas.

Resumen

En este artículo se presenta una propuesta de trabajo desde las universidades para lograr una ejecución eficiente y responsable de los proyectos de infraestructura en el país. Para ello, se dará un contexto sobre la investigación ambiental en Colombia; en seguida, se hablará de los alcances y las dificultades del licenciamiento ambiental. Finalmente, se evidenciará que la ingeniería tiene mucho que aportar en esta dirección, conjuntamente con otros saberes y disciplinas, para mejorar estos procesos de manera efectiva y, en últimas, contribuir al mejoramiento continuo de las acciones de prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de los proyectos, obras o actividades, como lo requiere el Decreto Único Ambiental.

Key words

Academy, Engineering, Environmental License, Environmental Research, Project Management, Regulations.

Abstract

This article outlines a proposal from universities to achieve efficient and accountable infrastructure projects in the country. To do this, we provide a context for environmental research in Colombia; followed by a discussion of the achievements and challenges of environmental licensing; and finally, we shed light on the fact that engineering has a lot to contribute in this direction, together with other knowledge and disciplines, to improve these processes, and ultimately, to contribute to actions of prevention, mitigation, correction, compensation and management of the environmental effects of the projects, works or activities, as required by the Unique Environmental Decree.

INTRODUCCIÓN

La pregunta planteada para este panel es ¿qué podemos hacer desde las universidades, en particular desde la ingeniería, para lograr que el proceso de licenciamiento ambiental sea más eficiente? Para abordar

este tema, se examinan de manera breve las propuestas de trabajo y los resultados de la actividad en ciencia y tecnología relacionada con el licenciamiento ambiental. Se revisan los planteamientos de la política de investigación ambiental y del Plan estratégico propuesto para los

institutos de investigación adscritos o vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), así como la evolución de la capacidad de investigación y del financiamiento en las temáticas relacionadas. A pesar de las dificultades y lo exigua de la financiación de la investigación en

¹ Una versión preliminar de este artículo fue presentada por Ángela Cadena en el foro “El rol de la ingeniería y de la investigación en ingeniería en el proceso de licenciamiento ambiental”, realizado en la Universidad de los Andes el 26 de octubre de 2015.

Colombia, la investigación en temas ambientales ha venido ganando importancia al igual que sus aportes, ha captado una proporción creciente de recursos y ha mejorado la formación y la oferta de programas, tanto de maestría como de doctorado en el país.

A continuación se revisa el alcance del licenciamiento ambiental, las dificultades que se han presentado y las soluciones que se han propuesto e implementado, orientadas principalmente a lograr una mayor eficiencia en los procesos. En este punto vale la pena mencionar que en una evaluación reciente realizada por el Comité Ambiental de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones (ANDESCO) se evidenció que el desarrollo de proyectos de infraestructura ha sido gigantesco en los últimos años, al igual que lo fue en la década de los ochenta. Se hizo una comparación entre las dificultades con los procesos de licenciamiento ambiental y con la obtención de permisos en ese momento y la actualidad, encontrándose que muchos de los problemas fueron señalados desde ese momento y que al parecer no hemos avanzado lo suficiente. Lo que sí se puede afirmar es que antes había un trabajo más coordinado entre las empresas del sector y las autoridades ambientales. Este accionar fue afectado por los cambios institucionales de las últimas dos décadas y nos ha tomado algún tiempo resolver los problemas de alineación a nivel territorial y de uso del suelo, entre los sectores productivos y el sector ambiental y las comunidades. Se evidencia que algunas empresas (del sector energético) pudieron capitalizar el conocimiento generado y ello les ha permitido gestionar los procesos de licenciamiento de una manera más ordenada y eficiente. También es cierto que hoy hay mucha mayor preocupación y conciencia sobre los temas ambientales y participación de las comunidades en las decisiones de desarrollo de sus territorios, lo cual impone nuevos retos.

Para finalizar, me gustaría proponer una agenda de trabajo desde las universidades para lograr una ejecución

eficiente y responsable de los proyectos de infraestructura en el país. La ingeniería tiene mucho que aportar en temas de captura y suministro de información para la toma de decisiones, en el modelaje de los impactos de los proyectos sobre los ecosistemas, en el desarrollo de tecnologías para el monitoreo, la prevención y el control de la contaminación y de los efectos ambientales de los procesos de construcción y de operación de los proyectos; pero se requiere el aporte conjunto de otros saberes y disciplinas. A mi juicio, algunas de las dificultades de los procesos de licenciamiento ambiental se han originado en el fraccionamiento de la concepción y tratamiento del problema. Las ciencias ambientales, como lo señala A. Gilpin², “son únicas al concentrar su atención en la interacción entre lo humano, tanto a nivel individual como colectivo, y el mundo físico, biótico y abiótico”.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA

Como se podrá ver a continuación, la investigación en temas ambientales en

² A. Gilpin, Dictionary of Environmental and Sustainable Development. John Wiley and Sons, 1997. Citado en MADS. Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental, PENIA. 2007.

el país ha ido creciendo al igual que sus aportes, ha captado recursos y ha mejorado la formación y la oferta de programas, tanto de maestría como de doctorado en el país.

POLÍTICA Y LÍNEAS ESTRATÉGICAS

En la búsqueda realizada se identificaron dos documentos que vale la pena mencionar. La política ambiental propuesta por Colciencias en 2001 y el Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental (PENIA) de 2007.

El primer documento plantea que existen al menos dos modos de generación y validación de conocimientos muy aplicables a la problemática ambiental: (i) el clásico, al que estamos acostumbrados, en el cual unos pares externos nos evalúan para incrementar el conocimiento a nivel internacional y (ii) el realizado desde diversas disciplinas para contextos más complejos y “destinado hacia el gobierno, la industria o la sociedad” (Colciencias, 2001). En el documento no se proponen líneas temáticas sino la definición de esfuerzos de fomento de programas, de gestión, de financiación y de operación requeridos para una acción investigativa en este campo, tal vez por lo incipiente del Programa en su momento.

		PROGRAMAS ESTRATÉGICOS INSTRUMENTALES, PEI		
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS INSTRUMENTALES, PEI	Caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país			
	Conservación y restauración del patrimonio ambiental del país			
	Ordenamiento y planeación del manejo del territorio para el aprovechamiento sostenible de sus recursos	Producción y gestión de información técnica y científica en el SINA		
	Identificación, prevención y gestión de riesgos derivados de fenómenos naturales antrópicos		Coordinación institucional y participación para apoyar la gestión ambiental	
	Innovación, desarrollo y adaptación de tecnologías para aprovechar sosteniblemente la oferta ambiental y prevenir o mitigar los impactos ambientales de las actividades socioeconómicas			Fortalecimiento financiero de los institutos de investigación del SINA
	Evaluación y seguimiento de política y gestión ambiental			

Figura 1. Curvas de Isoconcentración de PM2,5 con altura de chimenea original (100 m) y luego de Fuente: PENIA, 2007.

El PENIA de 2007 fue propuesto al MADS por el Instituto Quinaxi (consultores Ernesto Guhl, con la participación de Julio Carrizosa y Lisbeth Fog) para desarrollar los planes estratégicos de sus institutos de investigación. El PENIA recoge elementos del documento de política anterior y de las directrices del Plan de Nacional de Desarrollo del momento. Se proponen seis líneas estratégicas y tres líneas instrumentales, como se puede ver en la Figura 1, las cuales encuentro ilustrativas igualmente para dirigir los esfuerzos de investigación ambiental en el país.

Todas las líneas temáticas propuestas son claves para apoyar los procesos de gestión de proyectos y del licenciamiento ambiental, y en ellas, especialmente en las cuatro últimas, pueden aportar las ingenierías. Igualmente, las ingenierías pueden aportar en las líneas instrumentales, básicamente en la producción y gestión de la información.

FINANCIACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La financiación de la investigación en Colombia es y ha sido realmente pobre. Apenas el 0,2 % del PIB va para investigación y desarrollo; y, si se miran de manera más amplia las actividades de ciencia y tecnología, la cifra no pasa del 0,5 %. Este es un tema en el que no voy a ahondar porque todas las áreas del conocimiento y los programas de investigación que maneja Colciencias enfrentan la misma situación.

Esta financiación de la investigación y desarrollo ha estado a cargo del gobierno central (39 %), de las empresas (29 %), de las instituciones de educación superior (24 %) y otras entidades internacionales y centros de desarrollo tecnológico. Creo que se debe hacer un mayor esfuerzo en la financiación de la investigación por parte del gobierno central. De hecho, un texto de Mariana Mazzucato de la Universidad de Sussex³, muy referenciado estos días (Juan Benavides y Rudolph Holmes,

entre otros), señala cómo detrás del proceso de producción de resultados ha estado el gobierno de los Estados Unidos apoyando toda la innovación y todo el desarrollo tecnológico hasta que se vuelve comercial. Han sido inversiones grandes para obtener lo que ha se producido en el Silicon Valley en las grandes universidades como Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Stanford; con un gran componente de financiamiento público. Aquí en Colombia, en cambio, preocupa que ese financiamiento público en vez de crecer vaya reduciéndose o dispersándose. Muchas de las actividades financiadas por la industria –por cierto muy buenas y de las cuales yo he tenido la fortuna de nutrirme– tienen objetivos muy concretos y tiempos muy cortos, por lo que desarrollar conocimiento e innovación, que es una tarea que conlleva riesgos y que es esencialmente de largo plazo, se convierte en un esfuerzo de ‘armar cadenas (o cordones) con hilos de filigrana’ lo que es realmente difícil y con alta probabilidad de una permanente desacumulación del capital conseguido.

Pasando al tema que nos compete, según el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología⁴, el sector medioambiental ha captado, en promedio, en los últimos cuatro años (2011-2014) el 12,8 % de los recursos de la financiación en investigación del gobierno central. Este porcentaje se ha venido incrementando; aumentó del 8,8 % en 2011 al 15,9 % en 2014. Supongo que este comportamiento se da porque los institutos del Ministerio de Ambiente están captando buenos recursos (haciendo un gran trabajo, como lo pude evidenciar durante mi paso por la UPME) y por una mayor dinámica en las universidades (como se verá a continuación).

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Los grupos de investigación reconocidos en el programa de medio ambiente corresponden al 8% del

total de grupos reconocidos por Colciencias (enero 2014). En total hay 295 grupos de investigación. Los graduados en programas nacionales de doctorado nacionales fueron 1.749 en el periodo 2004-2013, de los cuales 3,2 % lo hicieron en ciencias naturales y exactas, 22,9 % en programas de ingeniería y tecnología (5 en ambiental en 4 programas), 7,3 % en ciencias de la salud, 6,1% en ciencias agrícolas y 31,3 % en ciencias sociales y humanidades. Los graduados en programas nacionales de maestría nacionales fueron 54.713 en el periodo 2004-2013, de los cuales 8,3 % lo hicieron en ciencias naturales y exactas, 17,6 % en programas de ingeniería y tecnología (750 en ambiental), 5,6 % en ciencias de la salud, 1,5 % en ciencias agrícolas y 66,7 % en ciencias sociales y humanidades. De estas cifras se puede concluir que hay un número significativo de graduados en temas ambientales a nivel de maestría y unos pocos en doctorado, aunque los programas de doctorado son mucho más jóvenes. Finalmente, los jóvenes investigadores, apoyados por Colciencias y dedicados a estudios en ciencias naturales y exactas, ingeniería y tecnología y ciencias médicas y de la salud (áreas STEM), suman el 59 % del total de investigadores del país.

Se hace referencia a la situación en varias disciplinas porque el estudio de temas ambientales no es exclusivo de la ingeniería ambiental, ni de las ingenierías, como lo he señalado desde el inicio de esta charla.

LA LICENCIA AMBIENTAL Y LAS DIFICULTADES ENCONTRADAS

La licencia ambiental es:

“la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o producir modificaciones considerables o notorias al paisaje; lo cual sujeta al beneficiario de ésta, al cumplimiento de los requisitos,

³ M. Mazzucato. (2013). The Entrepreneurial State: Debunking Public Vs. Private Sector Myths. Anthem

⁴ Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2014). Informe anual de indicadores de Ciencia y Tecnología 2014.

términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada” (Decreto 2820 de 2010, compilado en el Decreto Único Ambiental 1076 de 2015).

Queda claro que la licencia es un permiso, un instrumento de comando y control que tiene la autoridad ambiental para permitir la realización de un proyecto susceptible de producir un deterioro grave o de introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje. Sin embargo, como se evidenció en el caso chileno, es muy difícil determinar qué es un deterioro grave y qué es una modificación considerable o notoria al paisaje. De hecho, se requieren bastantes esfuerzos para identificar, valorar y encontrar alternativas para minimizar los impactos. Estos esfuerzos van acompañados de no pocas reuniones con bastantes dificultades de comprensión de la problemática y articulación de las entidades involucradas.

En una evaluación que hace Javier Blanco ⁵, experto en estos temas, para el Plan Nacional de Ordenamiento Minero, se señalan los problemas asociados a ese licenciamiento ambiental. En primer lugar, él afirma que “el proceso de licenciamiento en las Corporaciones es heterogéneo debido a las diferencias de capacidades entre las mismas. Esta heterogeneidad no es exclusiva de este proceso”. En efecto, también hay heterogeneidad en los procesos de evaluación que adelanta la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Esto último lo corrobora Javier Martínez, experto de la UPME, quien señala que incluso al interior del ANLA también se presentan diferencias de criterios sobre la aplicación de los procedimientos. No se pretende que este proceso sea hecho por un sistema experto que llegue de manera unívoca a un resultado, pues se trata de un tema complejo. No obstante, es importante ir

⁵ Blanco, J. (2013). Instituciones, capacidades y competencias de las autoridades ambientales. Documento para el Plan Nacional de Ordenamiento Minero, PNOM. Bogotá, Colombia: Cider-UPME.



Ángela Inés Cadena Monroy. Fuente: Archivo Particular, Universidad de los Andes

avanzando en mejorar las metodologías para la identificación de impactos y su valoración. La ANLA ha venido avanzando en esta dirección, a pesar de los cambios institucionales y de lo enorme de la tarea. Es importante tener en cuenta que a esta entidad no se le debe cargar la identificación y evaluación de aspectos que no le corresponden, como por ejemplo, la evaluación económica y de riesgos técnicos de los proyectos. Igualmente, hay que reconocer que hay objetivos que claramente están y estarán en conflicto y hay que contar con la información necesaria para que comisiones creadas con este propósito puedan dirimirlos con la suficiente ilustración.

Otra de las dificultades que señala Blanco es la disyuntiva que tienen los consultores encargados de realizar los estudios de impacto ambiental para proponer medidas de mitigación o compensación de sus impactos, puesto que si estos tienen altos niveles de exigencia podrían no volver a ser contratados. Esto se da por el problema de la carencia de información que conlleva a

problemas de selección adversa o riesgo moral. De otra parte, advierte que a veces se reciben presiones por los tiempos exagerados que toma el proceso de licenciamiento ambiental, por la cantidad de información que se requiere y por las exigencias arbitrarias que se hacen dependiendo del funcionario, sin hablar de problemas de corrupción.

El gobierno está trabajando para mejorar esta situación. Aún no se sabe si lo que se ha hecho hasta el momento es lo más conveniente, pero se ha venido tratando de avanzar en la gran cantidad de procesos para viabilizar los proyectos requeridos por la economía.

LOS ALCANCES DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

En el documento “Metodología general para la presentación de estudios ambientales” (2010) preparado para el Viceministerio de Ambiente se muestra que el alcance de los estudios ambientales es bien amplio. Desde el punto de vista del alcance técnico, para armar la línea base del medio abiótico se requieren conceptos de geología,

geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología, geotécnica, calidad y uso del agua, clima, calidad del aire y ruido; en lo referente al medio biótico, conceptos de ecosistemas terrestres (fauna y flora) y de ecosistemas acuáticos; y conceptos arqueológicos, culturales y paisajísticos en los aspectos socioeconómicos. Esta información es importante para determinar el impacto que tendría la intervención de un proyecto.

En el tema de zonificación ambiental es fundamental la creación de los mapas temáticos a partir de la información de la caracterización y de la demanda de recursos. Afortunadamente se está avanzando para reducir la limitación de datos a escala regional, donde la información todavía es muy escasa. De igual forma, se contempla una evaluación ambiental y socioeconómica bien interesante en la que se plantea la identificación de impactos y su valoración y se propone un análisis beneficio-costos.

Con relación al Plan de manejo ambiental, se deben estipular las acciones de prevención, mitigación, corrección y compensación así como el Programa de seguimiento y monitoreo con los indicadores del caso y los planes de contingencia, con identificación de riesgos y acciones para enfrentarlos, desmantelamiento e inversión.

Llama la atención que este documento esté muy avanzado desde el punto de vista conceptual aunque para su completa aplicación falte instrumentalizar muchos aspectos. Además es de señalar que se presentan resistencias que demoran los avances. Si bien es cierto que no todo se puede medir en términos monetarios, poder contar con valoraciones y formas de medir los riesgos es de suma importancia para una adecuada gestión de los proyectos. Igualmente, hay que trabajar en el diseño de indicadores y en esquemas de monitoreo y control con participación de la tecnología. Finalmente, es de esperar que la información recogida al establecer la línea base en sus componentes biótico, abiótico y socioeconómico,

de zonificación ambiental regional y de impactos socioeconómicos, y posteriormente en la etapa de ejecución del proyecto, derivada del manejo, control y monitoreo, haga parte de una base de datos que se vaya actualizando de manera dinámica. Para esto, el desarrollo de plataformas y sistemas de información es clave para mejorar la disponibilidad de información.

RETOS RELACIONADOS CON EL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

En el documento "Metodología general para la presentación de estudios ambientales" (2010) preparado para el Viceministerio de Ambiente se muestra que el alcance de los estudios ambientales es bien amplio. Desde el punto de vista del alcance técnico, para armar la línea base del medio abiótico se requieren conceptos de geología, geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología, geotécnica, calidad y uso del agua, clima, calidad del aire y ruido; en lo referente al medio biótico, conceptos de ecosistemas terrestres (fauna y flora) y de ecosistemas acuáticos; y conceptos arqueológicos, culturales y paisajísticos en los aspectos socioeconómicos. Esta información es importante para determinar el impacto que tendría la intervención de un proyecto.

En el tema de zonificación ambiental es fundamental la creación de los mapas temáticos a partir de la información de la caracterización y de la demanda de recursos. Afortunadamente se está avanzando para reducir la limitación de datos a escala regional, donde la información todavía es muy escasa. De igual forma, se contempla una evaluación ambiental y socioeconómica bien interesante en la que se plantea la identificación de impactos y su valoración y se propone un análisis beneficio-costos.

Con relación al Plan de manejo ambiental, se deben estipular las acciones de prevención, mitigación, corrección y compensación así como el Programa de seguimiento y monitoreo con los indicadores del caso y los planes

de contingencia, con identificación de riesgos y acciones para enfrentarlos, desmantelamiento e inversión.

Llama la atención que este documento esté muy avanzado desde el punto de vista conceptual aunque para su completa aplicación falte instrumentalizar muchos aspectos. Además es de señalar que se presentan resistencias que demoran los avances. Si bien es cierto que no todo se puede medir en términos monetarios, poder contar con valoraciones y formas de medir los riesgos es de suma importancia para una adecuada gestión de los proyectos. Igualmente, hay que trabajar en el diseño de indicadores y en esquemas de monitoreo y control con participación de la tecnología. Finalmente, es de esperar que la información recogida al establecer la línea base en sus componentes biótico, abiótico y socioeconómico, de zonificación ambiental regional y de impactos socioeconómicos, y posteriormente en la etapa de ejecución del proyecto, derivada del manejo, control y monitoreo, haga parte de una base de datos que se vaya actualizando de manera dinámica. Para esto, el desarrollo de plataformas y sistemas de información es clave para mejorar la disponibilidad de información.

APORTES DE LA INVESTIGACIÓN A LA PROBLEMÁTICA DEL LICENCIAMIENTO Y, EN GENERAL, DEL MANEJO AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS

De manera muy corta por lo avanzado de la hora y con base en lo planteado anteriormente, los aportes que desde las universidades se pueden hacer a los procesos de licenciamiento ambiental y en general al manejo ambiental de los proyectos son los siguientes:

- Conocimientos básicos para la comprensión de los ecosistemas, su biodiversidad y caracterización de la base natural y su dinámica.
- Conocimientos básicos sobre las culturas y saberes que ocupan

el territorio. Tecnologías para el aprovechamiento sostenible de la oferta ambiental y de la prevención y el control de la contaminación ambiental.

- Redes automatizadas de medición, monitoreo y seguimiento.
- Desarrollo de proyectos de ingeniería y selección de alternativas.
- Identificación y evaluación de buenas prácticas empresariales.
- Sistemas de información geográfica para la toma de decisiones y su actualización.
- Metodologías y modelaje de aspectos técnicos relacionados con los proyectos; identificación, análisis y gestión de riesgos y consideración de incertidumbres.
- Valoración de externalidades y metodologías de evaluación socioeconómica.
- Diseño de plataformas e indicadores para el monitoreo, reporte y verificación.
- Esquemas empresariales y de desarrollo de conglomerados e industrias conexas.
- Esquemas de participación y trabajo colectivo, sistemas de responsabilidad social y de valor compartido.
- Esquemas de organización del Estado y de gestión pública.

COMENTARIOS FINALES

Para terminar, Marcela Bonilla, de la UPME, hizo una revisión de esta

ponencia y considera que es importante que desde las universidades (no solo desde las facultades de ingeniería sino también de las de ciencias naturales, sociales, entre otras) se propicie la realización de cursos que trabajen la problemática ambiental y trabajos que favorezcan el análisis integral de los retos ambientales, por ejemplo los relacionados con el licenciamiento ambiental.

De igual forma, Bonilla considera que se deberían favorecer también las prácticas de los estudiantes en empresas, industrias en gestión ambiental y social de proyectos y en entidades públicas, así como pasantías en regiones o entidades territoriales para acercar a los estudiantes a los problemas reales y a su manejo colectivo. Finalmente, expresa que se deberá fomentar la asistencia al Congreso o a otras reuniones de consulta para entender la lógica (o la antilógica) de la política.

REFERENCIAS

Blanco, J. & Sanclemente, G. (2013). *Instituciones, capacidades y competencias de las autoridades ambientales*. Documento para el Plan Nacional de Ordenamiento Minero, PNOM. Bogotá, Colombia: Cider-UPME.

Departamento Nacional de Planeación (DNP), Colciencias, Ministerio del Medio Ambiente. (2001). *Política Nacional de Investigación Ambiental*. Bogotá, Colombia.

Departamento Nacional de Planeación (DNP), Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3762. (2013). *Lineamientos de política para el desarrollo de Proyectos de Interés Nacional y Estratégicos – PINES*. Bogotá, Colombia.

Fedesarrollo. (2014). *Minería y medio ambiente en Colombia*. Estudio realizado para el Sector de la Minería a Gran Escala (SMGE). Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2007). *Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental, PENIA*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Viceministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Bogotá, Colombia.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2014). *Informe anual de indicadores de ciencia y tecnología*. Bogotá, Colombia.