

# *IPP (Innovación en Productos y Procesos)*

Para el sector de las materias primas minerales y energéticas

# *IPP (Innovation in Products and Processes)*

For the sector of mineral raw materials and energy

Recibido para evaluación: 13 de Abril de 2009

Aceptación: 27 de Abril de 2009

Recibido versión final: 05 de Mayo de 2009

Alexander Correa Espinal<sup>1</sup>  
Carlos Esteban Álvarez López<sup>2</sup>  
Rodrigo Andrés Gómez Montoya<sup>3</sup>

## RESUMEN

Este artículo presenta los resultados del proyecto de investigación IPP (Innovación de Procesos y Productos) que plantea un análisis profundo y sistémico de las cadenas productivas, basado en el estudio de la productividad y los procesos. Este proyecto se trabajó en 4 fases: Inteligencia, Experimentación, Innovación y Apropiación tecnológica. Estas etapas están dirigidas al mejoramiento continuo de los procesos, de los productos de la organización y de las interacciones entre los actores de la cadena productiva de las materias primas minerales y energéticas. En la fase de inteligencia, se estudiaron las características, las necesidades, el mercado y el entorno de la cadena productiva que son el resultado del aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente. En la segunda fase, se caracterizó la formulación, diseño e implantación de prototipos de procesos y productos que emulen el comportamiento del proceso en un sistema real y sean amigables con el medio ambiente. Teniendo en cuenta las dos primeras fases, la tercera se caracterizó por la formulación y el diseño de nuevos procesos y productos que mejoren la eficiencia y la productividad. En la última fase del proyecto, se planteó el servicio de apropiación tecnológica que busca transferir innovación y conocimiento de punta a la cadena. Finalmente el resultado de IPP es la propuesta de un centro de innovación y tecnología en la Universidad Nacional de Colombia, que garantizará la apropiación y adecuación de las soluciones a las cadenas productivas, siendo una innovación para el sector de la minería, los materiales y la energía, y teniendo como principios, productos y procesos amigables con el ambiente.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación, tecnología, ambiente, procesos y productos.

## ABSTRACT

This article presents the results of the research project IPP (process and product innovation) which is a systemic and thorough analysis of production chains, based on the study of productivity and processes. This project is working in 4 phases: intelligence, experimentation, innovation and technological appropriation. These steps are aimed at continuous improvement of processes, products of the organization and the interactions between actors in the production of mineral raw materials and energy. In the intelligence phase, we studied the characteristics, needs, market, and environment of the production chain that are the result of the use of natural resources and environment. In the second phase, characterized the development, design and implementation of prototype products and processes that emulate the behavior of the process in a real system and are environmentally friendly. Taking into account the first two phases in the third, saw the formulation and design new processes and products that improve efficiency and productivity. In the last phase of the project is the service that seeks to appropriate technological innovation and knowledge transfer from one end to the chain. Finally the result of the proposed IPP is a center of innovation and development of logistic practices within the National University of Colombia to ensure the ownership and suitability of the solutions to the production chains is an innovation for the mining sector, materials and energy with the early-friendly products and processes with the environment.

**KEY WORDS:** Innovation, Technology, environment, process and products

- 
1. Ph.D. Director Grupo GIMGO.
  2. Ing. Industrial, Investigador GEMMA- GIMGO
  3. Ing. Industrial Investigador GEMMA- GIMGO

alcorrea@unalmed.edu.co

## 1. INTRODUCCION

El reto de Colombia frente a las nuevas condiciones del mercado mundial es mejorar la competitividad de los sectores económicos, aumentando la eficiencia de sus procesos y la ejecución de servicios, dando valor agregado al producto y aprovechando la posición geográfica de Colombia, para incrementar la oferta exportable.



La tendencia creciente en los últimos años de la producción del sector minero, lo proyecta como un pilar básico de la economía nacional por su papel y sus características para ser proveedor de materias primas minerales y energéticas para sector industrial que, a su vez, requiere mejorar su competitividad y productividad.

En el sector minero colombiano, se ha identificado el vacío en la utilización de técnicas de innovación para mejorar el aprovechamiento, la utilización de los recursos y la generación de valor y para tener miradas diferentes a los procesos. Autores como García y Songel (2003), definen la innovación como una mirada al futuro para entender la variedad de posibilidades de factores que son influyentes en los procesos; u otros autores como Arbonies (1993), plantean que la innovación tiene formas de expresión que deben ir acompañadas de apoyo y organización. Por esta razón, se propone el sistema de innovación en productos y procesos (IPP) para el sector de las materias primas minerales y energéticas, dado que la innovación se ha convertido en un factor relevante en el mundo de los negocios y de gran importancia en la industria que se encuentra inmersa en el conocimiento (Hidalgo, 2002).

El proyecto IPP busca el mejoramiento y la innovación de los productos y procesos a través de la caracterización, normalización, simulación y de la creación de prototipos de procesos/productos que emulen los procesos/productos de las empresas pertenecientes a la cadena de los minerales y las materias primas energéticas. Posteriormente, se planteará la identificación de oportunidades mejores para generar innovación y ventaja competitiva a las empresas y sectores involucrados. Un valor agregado de IPP sería el préstamo de servicios y pruebas que estarían a cargo de los laboratorios y grupos de investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Luego de la innovación, se tiene programado un sistema de transferencia al ambiente de operación de la empresa contratante. Con esto, se busca hacer del proceso minero un sistema eficiente y competitivo que lidere el desarrollo en la región que esté presente.

Por ello, se puede expresar que el proyecto IPP busca mejorar la competitividad y productividad de la cadena productiva de los minerales y las materias primas energéticas a través de un centro de innovación en productos y procesos basado en conocimientos de inteligencia tecnológica, experimentación, innovación en productos y procesos y transferencia.

Finalmente, el resumen ejecutivo sintetiza el documento "Proyecto IPP (Innovación en Productos y Procesos)", estructurándolo en varias secciones entre las cuales se consideran las siguientes:

- Análisis de mercado,
- Metodología de trabajo,
- Localización e infraestructura,
- Esquema operativo,
- Productos y servicios,
- Impactos en la universidad y el sector,
- Estructura organizacional,
- Inversiones,
- Conclusiones y
- Referencias bibliográficas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la innovación y el mejoramiento continuo de los productos, procesos, empresas y cadenas productivas se han convertido en una necesidad para la productividad y la competitividad en un mercado cada vez más cambiante y globalizado. La cadena productiva de los minerales y materias primas energéticas no es ajena a dicha situación. Por esta razón, se plantea el centro IPP como medio promotor de la innovación (re- innovación) en productos y procesos en una cadena en la cual existen bajos niveles en la cultura de experimentación e innovación como ventaja competitiva en especial para las pequeñas y medianas empresas, y en la cual se identifica poca oferta de este tipo de servicios y una baja interacción entre la academia, los sectores empresariales y gubernamentales. Esto no ha permitido una rápida transferencia de técnicas- adaptación tecnológica y mejores prácticas que contribuyan a aumentar la productividad y competitividad de este sector que es crítico para la economía nacional. Hablamos de una re- innovación debido que el sector actualmente busca adaptaciones tecnológicas y soluciones basadas en sus actuales sistemas. Adicionalmente, se debe considerar la pérdida de oportunidades económicas, el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y la generación de valor por no conocer o contar con servicios de innovación y mejoramiento.

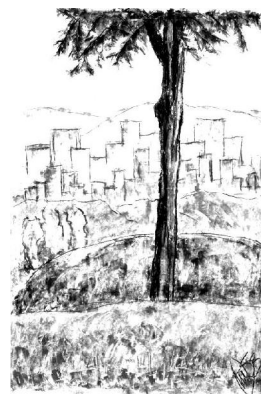
Por tales motivos, se busca que IPP contribuya a satisfacer esas necesidades cerrando las brechas existentes en innovación en productos y procesos para la cadena de los minerales y materias primas energéticas a través de servicios, productos e infraestructura alineados con las necesidades del sector y sus respectivos planes de desarrollo, fortaleciendo de esta manera la capacidad en innovación en el sector y en la Universidad Nacional de Colombia.

## 3. OBJETIVOS

El objetivo es mejorar la competitividad y productividad de la cadena productiva de los minerales y las materias primas energéticas a través de un Centro de Innovación en Productos y Procesos basado en conocimientos de inteligencia tecnológica, experimentación, innovación en productos y procesos y transferencia.

A través de este objetivo, se busca obtener los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar estrategias y metodologías para la integración e interacción de las empresas de la cadena productiva de los minerales y las materias primas energéticas de tal manera que se fomente su productividad y competitividad a través de la identificación y priorización de sus necesidades en innovación en productos y procesos.
- Diseñar e implementar soluciones basadas en experimentación e innovación para mejorar procesos y productos de las empresas de la cadena productiva, soportándose en la inteligencia tecnológica de su estado, mercado y tecnologías.
- Incubar procesos y mejorar productos mediante el montaje de plantas piloto y el diseño de modelos de simulación y aseguramiento estadístico.
- Desarrollar metodologías para la estandarización y normalización de los procesos y productos mejorados, haciendo especial uso de técnicas estadísticas para el aseguramiento de procesos como el diseño experimental y el control estadístico de procesos.
- Identificar, adecuar, desarrollar y mejorar prácticas logísticas y sus respectivas tecnologías de información y comunicaciones (TIC's) para mejorar la competitividad y productividad de la cadena.
- Transferir el conocimiento y la apropiación de tecnologías a las empresas de la cadena productiva.
- Integrar la academia, le empresa y el Estado a través de centros de experimentación e innovación como IPP.



## 4. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto parte de una fase de planeación en la cual se incluyen los objetivos, las actividades, los recursos y las fechas de los entregables con el fin de controlar y normalizar la ejecución del proyecto a través de diferentes etapas.

La etapa de formulación del proyecto parte del análisis y del planteamiento de un problema identificado en el medio empresarial, académico y gubernamental, relacionado con el sector minero y energético. Dentro de las etapas del proyecto, se consideraron el estudio del mercado, la formulación de la estructura técnica y económica del proyecto con las líneas de servicios, la estructura organizacional y el presupuesto de inversión y análisis de impactos, los cuales se enfocan a cumplir los objetivos establecidos en el proyecto. Finalmente, se elaboró una propuesta de normalización y conformación de un Cluster de laboratorios y grupos de investigación que trabajarán en alianza con IPP. Una vez desarrollados los entregables del proyecto, éstos serán evaluados y validados por el equipo de trabajo del proyecto y aliados estratégicos para aprobar su pertinencia y adecuación al cumplimiento de los objetivos y compromisos adquiridos.

Como fuentes de información para el desarrollo del proyecto se consideraron fuentes secundarias y primarias. Las fuentes secundarias son el análisis del "Diagnóstico de recursos internos de la Universidad", de la revisión bibliográfica de códigos, planes y políticas tales como el Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2010, La Visión 2019, La Agenda de Competitividad y el Plan de Desarrollo por Departamentos, estadísticas reportadas en SIMCO, y además los artículos económicos publicados por la revista Portafolio y Proexport. La información tiene el objetivo de identificar las tendencias, necesidades y proyecciones en el sector. En cuanto a las fuentes primarias de información se realizaron reuniones con los profesores y los empresarios expertos en el sector en relación con el mercado meta y las áreas del conocimiento del proyecto.

## 5. DESARROLLO

En este numeral, se desarrollan y describen los resultados del proyecto de investigación que se compone de cuatro módulos: análisis de mercado, análisis técnico del proyecto, estructura organizacional, y presupuestos e impactos del proyecto a nivel de la Universidad, las empresas y el medio ambiente.

### 5.1. Análisis del mercado

El resumen del análisis del mercado para el proyecto IPP contiene los aspectos más relevantes para caracterizar e identificar la potencialidades del proyecto en el mercado, basándose en la descripción del mercado meta, la competencia, la ventaja competitiva y el plan de mercadeo.

#### 5.1.1. Mercado meta

El mercado meta inicial para el proyecto está constituido por las empresas mineras con alta capacidad de inversión y un adecuado conocimiento del riesgo exploratorio. Por estas características, se pueden calificar como agentes aceleradores del desarrollo minero y son calificados como el segmento 3 dentro de la clasificación del Ministerio de Minas y Energía. Por ello, este segmento resulta de gran interés porque tiene capacidad de inversión y necesidades de mejorar su competitividad y productividad, en tanto se debe considerar la innovación de productos y procesos como un medio para que estas empresas lo alcancen. En el segundo segmento, se encuentran las empresas mineras de menor tamaño pero que pueden tener capacidad de inversión debido a programas de financiamiento por parte del gobierno u otros programas de apoyo a la innovación.

Adicionalmente, se consideraron las siguientes líneas estratégicas de minerales:

- Piedras y minerales preciosos (Esmeraldas, platino, oro),
- Metales industriales,

- Minerales industriales,
- Materiales de construcción,
- Materias primas energéticas (Carbón, uranio, biomasa, radiación),
- Fertilizantes (caliza, cal, fosfato, azufre).

Estas líneas estratégicas fueron elegidas por su aporte al desarrollo económico, su potencial geológico y por ser clientes tentativos para el proyecto IPP.

### **5.1.2. Competencia**

En los centros en investigación e innovación en productos y procesos para materias primas energéticas, se identificaron los siguientes proyectos.

- Para el oro, se esta planeando la creación del Instituto Nacional de Oro en el Nordeste de Antioquia. Este instituto podría representar una propuesta similar a la de IPP. Por esta razón, se debe evaluar su propuesta de servicios, sus alcances para promover la investigación e innovación y la relación Universidad- Empresa- Estado.

- En el país, se viene promocionando otros proyectos como Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT). Estos centros son promovidos por el SENA, COLCIENCIAS y algunas universidades. En el sector minero, se han gestionado los de Guachetá (Cundinamarca) y Socha (Boyacá) para apoyar la minería del carbón.

- Durante la revisión bibliográfica, no se identificó algún centro de investigación e innovación para materiales para la construcción, pero se observó la existencia del Centreo de excelencia en nuevos materiales (CENM) que hace parte de un esfuerzo nacional de alta prioridad, apoyado principalmente por COLCIENCIAS e integrado por 19 reconocidos grupos de investigación multidisciplinaria, pertenecientes a 10 universidades en el país.

- En cuanto al níquel, no se observó una propuesta de centro de innovación e investigación. Pero éste es el cuarto producto de mayor exportación y uno de sus principales usos se encuentra en el acero, lo que lo convierte en un mineral atractivo para IPP.

- Los laboratorios y grupos de investigación privados u otras universidades que prestan servicios al sector de los minerales y materias primas energéticas son una competencia indirecta para IPP.

De la revisión de la competencia para el proyecto no se identificó una propuesta similar en el mercado, debido que los centros existentes se enfocan hacia la prestación de servicios de laboratorio, capacitación, emprendimiento o fortalecimiento empresarial, sin tener como principal foco la innovación y la apropiación tecnológica como medio de desarrollo económico y competitivo.

### **5.1.3. Ventaja competitiva**

IPP se diferencia de las demás propuestas existentes en el mercado debido a su innovación, sus servicios integrales y menores costos totales. Su infraestructura y servicios lo convierten en una alternativa para que las empresas del sector de las materias primas energéticas investiguen e innoven en sus productos y procesos, apoyados en grupos de investigación, laboratorios y profesionales especializados. Adicionalmente, IPP hace parte del grupo GEMMA que está ejecutando proyectos en incubación de empresas, observatorio de geopotenciales, gestión tecnológica y centro de negocios.

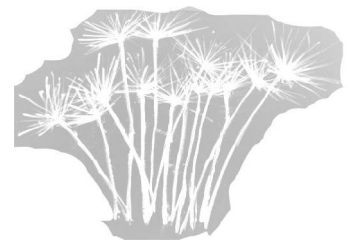
### **5.1.4. Plan de mercadeo inicial**

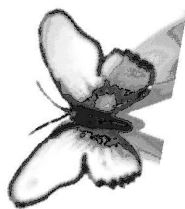
#### **Precio:**

Para IPP, se plantea una estrategia de precios basada en determinación de los costos estándares de los servicios más un cargo adicional basado en la personalización y las especificaciones de los servicios solicitados por los clientes. Adicionalmente, los precios se fijan orientados a satisfacer las necesidades y los beneficios requeridos por el cliente, de tal manera que éste logre los mejores costos totales.

#### **Plaza:**

La estrategia de la plaza consiste en prestar servicios en un sitio dotado con infraestructura de excelente calidad y una ubicación que permite a los clientes tener fácil accesibilidad y adecuada





conectividad, porque uno de los servicios principales de IPP se basa en sitios para montar pruebas pilotos de productos y procesos de empresas.

**Producto:**

IPP es un servicio diseñado para satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a la investigación e innovación en procesos y productos para las materias primas energéticas considerando las siguientes características:

- Servicios adaptados a las necesidades de los clientes.
- Menor costo total.
- Soluciones integrales.
- Liderazgo e innovación constantes en técnicas de modelamiento y aseguramiento de procesos.
- Líneas de servicios adaptadas a las necesidades y tendencias del país.

De la presente revisión del mercado, se identificó que el público meta para el proyecto IPP está constituido por las empresas o minas ubicadas en el segmento 3, conformado por empresas con capacidad de inversión y cultura enfocada al mejoramiento de la productividad, y en el segmento 1 constituido por empresas con baja capacidad de producción, necesidad de tecnificarse y apoyo de entidades públicas/privadas para el financiamiento del proyecto. Cabe destacar que los segmentos 1 y 3 son definidos en la clasificación del Ministerio de Minas y Energía. En cuanto a la ventaja competitiva y a la diferenciación del proyecto en el mercado, se considera su enfoque hacia la innovación basada en la inteligencia, la experimentación y la apropiación de nuevas tecnologías.

**5.2. Análisis técnico del proyecto**

El análisis técnico busca realizar una identificación y descripción del proyecto IPP desde su base estratégica, táctica y operativa. Por este motivo, se cubren elementos tales como fases del proyecto, esquema genérico de operación, líneas de productos/servicios y sus costos, localización e infraestructura y sistema de control.

A continuación en la figura.1, se esquematiza la ubicación y relación de dichos elementos.

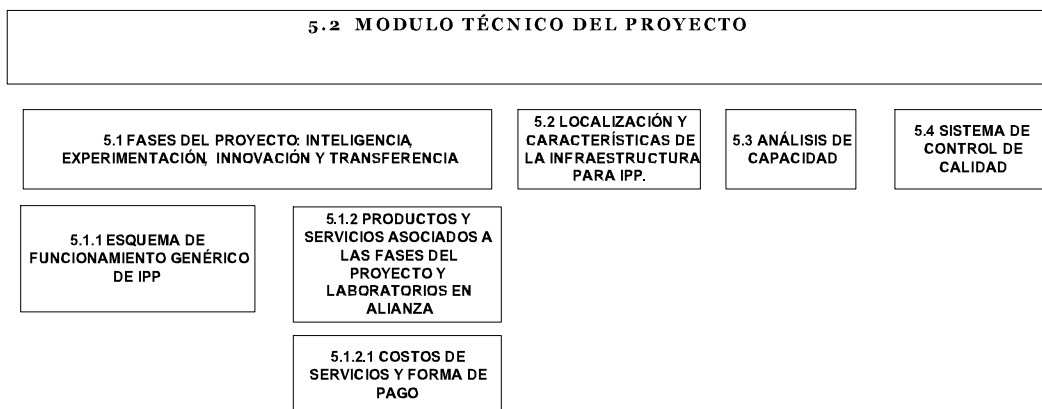


Figura1. Modulo técnico del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia

Se observa que el proyecto IPP basa la prestación de sus servicios en una metodología compuesta de 4 fases: inteligencia tecnológica en la cadena productiva, experimentación, innovación y apropiación tecnológica. A continuación se realiza una descripción detallada de cada una.

### 5.2.1. Fases del proyecto: Inteligencia, experimentación, innovación y transferencia

Este proyecto podría ser considerado como uno de los focos de prestación de servicios en innovación de la Facultad de Minas, de los grupos GEMMA y GIMGO. Por lo tanto, para su planteamiento, desarrollo y ejecución, se ha propuesto cuatro fases ya mencionadas. En cada una de éstas, se lleva a cabo una serie de actividades que buscan el mejoramiento continuo de los procesos de la cadena de minerales y materias primas energéticas.

A continuación, se describe cada una de las fases del proyecto IPP y los actores que participan en su ejecución. Cabe destacar que cada fase requiere equipos de trabajo transdisciplinarios formados en las áreas de la Ingeniería de Minas, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Administrativa, entre otras áreas del conocimiento relacionadas con la innovación y la investigación para el aumento de la productividad y la competitividad.

#### • Inteligencia:

La inteligencia es la etapa de identificación de las características, el análisis del entorno y la priorización de problemas/oportunidades de las Cadenas Para el Aprovechamiento del Territorio (CPAT) y las empresas que la componen. Adicionalmente, se busca plantear propuestas de solución a las necesidades y oportunidades de las empresas y la identificación de tecnologías con potencial para ser implementadas en la cadena. La información recolectada y los resultados de la inteligencia que aquí se realicen, serán desarrollados por el observatorio de geopotenciales del grupo GEMMA. Adicionalmente, el grupo de investigación GIMGO realizará investigación e identificación de prácticas logísticas y cadena de suministro de última generación para el fortalecimiento para CPAT. Su esquema gráfico es referenciado en la figura.2.



Figura 2. Inteligencia tecnológica.  
Fuente propia.

Esta etapa está compuesta por las siguientes macro= actividades: 1) Caracterización de la cadena productiva; 2) Identificación y priorización de necesidades y oportunidades de la cadena y sus empresas con propuestas de solución a sus necesidades de mejoramiento o adaptación tecnológica.

#### • Experimentación:

La fase de experimentación representada en la Figura 3 parte del levantamiento de la información necesaria para resolver las necesidades y los problemas de las empresas definidas en la fase anterior. Una vez precisado el problema, se procede a caracterizarlo, definiendo paso a paso sus actividades, componentes, interacciones, funciones y entorno. Con la experimentación, se pretende conocer al detalle cada uno de los procesos analizados y plantear soluciones basadas en la aplicación de técnicas de simulación y diseño experimental que permitan el diseño y desarrollo de prototipos a diferentes escalas para satisfacer las necesidades de los clientes.

Esta etapa considerada como una etapa de satisfacción de las necesidades de los clientes está conformada por tres macro- actividades: Caracterización de la experimentación, diseño-desarrollo de prototipos, y transferencia. Esta fase puede ser.

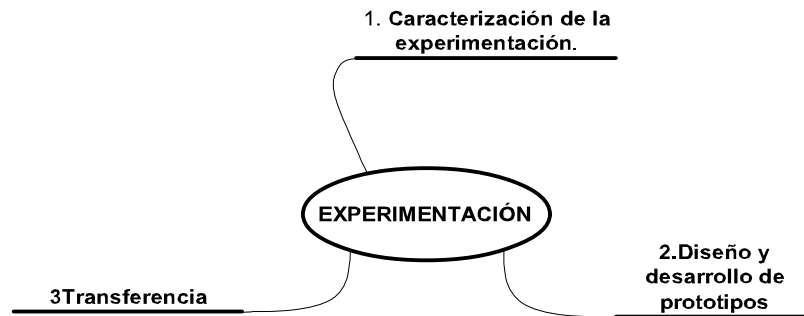


Figura 3. Fase de experimentación.  
Fuente propia.

• **Innovación:**

Esta fase representada en la Figura 4 pretende plantear soluciones y alternativas de innovación a través del mejoramiento de los prototipos, procesos y productos de las empresas contratantes. Las técnicas utilizadas son generalmente la simulación de sistemas, el diseño experimental, la normalización, el escalamiento de prototipos y propuesta de transferencia al medio real de la operación del producto y el proceso considerando los cambios que involucran. Están compuestas por las macro- actividades de caracterización de las oportunidades de mejoramiento del producto/servicio, el desarrollo de prototipos o modelos para realizar la innovación, y transferencia al ambiente de operación.

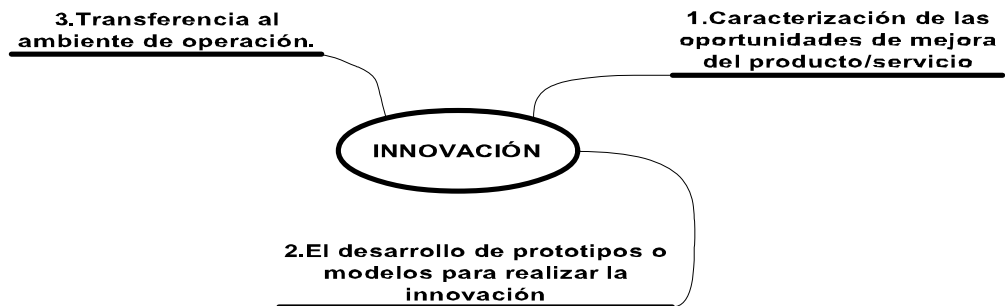


Figura 4. Fase de innovación.  
Fuente propia.

En la figura 4, se puede observar que la innovación es la fase de mejorar los procesos y productos a través de la generación de nuevos métodos, procesos y productos que aumenten la productividad de la empresa.

• **Apropiación de tecnología:**

La apropiación tecnológica representada en la Figura 5 busca la identificación, el análisis y la apropiación de tecnológicas y técnicas ya existentes en otras empresas con el fin de aumentar su productividad y competitividad.





Figura 5. Fase de apropiación de tecnología.

Por ello, esta fase está enfocada a satisfacer las necesidades de tecnificación de las empresas con soluciones ya probadas en otras empresas o entornos económicos del sector.

Finalmente en la figura 6, se resumen las fases del proyecto con sus actores participantes con el fin de mostrar las sinergias y la diversidad de disciplinas relacionadas con el proyecto.

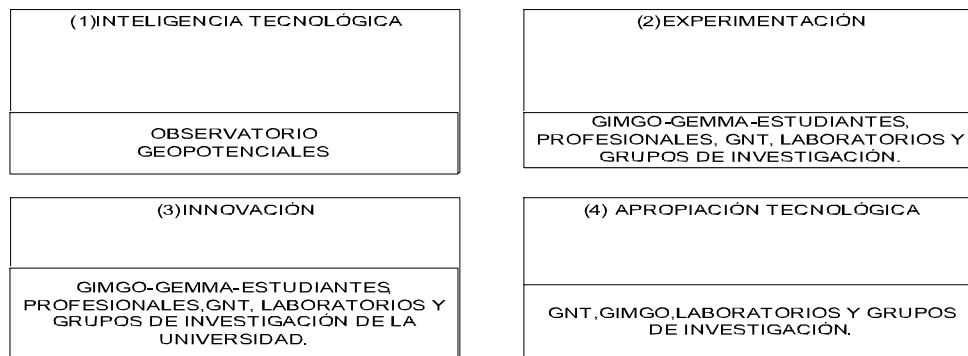


Figura 6. Fases y actores del proyecto. Fuente propia.

En la figura 6, se observa los actores que participan en las diferentes fases: el Observatorio de Geopotenciales (Inteligencia Tecnológica), GNT (Experimentación, innovación y apropiación tecnológica), Grupo GIMGO (Experimentación e innovación), Grupo GEMMA (Experimentación e innovación), estudiantes (pregrado y postgrado) de la Universidad Nacional de Colombia y profesionales del área relacionada en el tema.

Finalmente, se puede concluir que el proyecto IPP, en sus fases, busca el desarrollo de productos/servicios integrales que parten de la inteligencia tecnológica y la determinación de las necesidades del sector y sus empresas, pasando por fases de experimentación, innovación y transferencia tecnológica que buscan aumentar la productividad y competitividad del sector, considerando el rol y la participación de los actores y el esquema de operación en el proyecto frente a sus clientes. Por este motivo, a continuación, se describe el esquema de operación del proyecto, los productos /servicios y sus costos.

#### 5.2.1.1. Esquema de funcionamiento genérico de IPP

A continuación, se presenta el esquema de funcionamiento genérico de IPP. La figura 7 muestra que los productos/servicios ofrecidos parten del diagnóstico y de la identificación de las metas, visiones y problemas de las cadenas productivas para el aprovechamiento del territorio; se incluyen las necesidades de las empresas en cuanto a investigación e innovación en productos y procesos. Para garantizar una adecuada prestación del servicio, se propone el diseño de un plan de operaciones en el cual se establezcan la metodología, los tiempos de entregas, las necesidades y los entregables del proyecto.

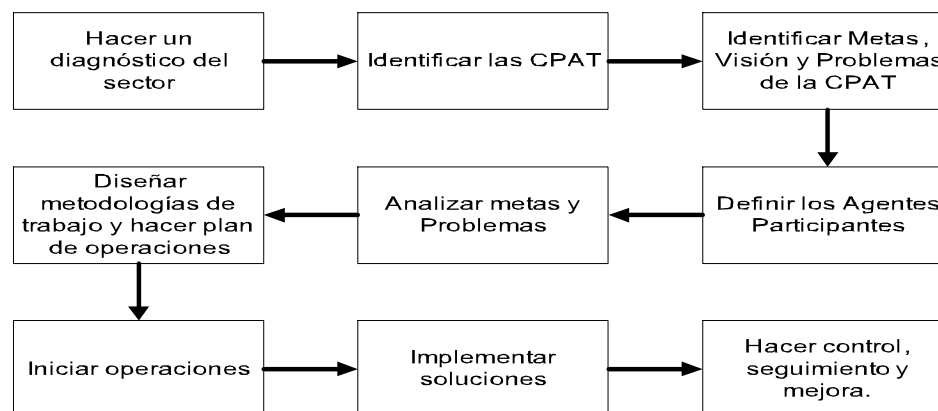


Figura 7. Esquema operativo.  
Fuente propia.

### 5.2.1.2. Productos y servicios asociados a las fases del proyecto y laboratorios

A continuación, se presentan los productos y servicios a prestar con el proyecto IPP, los que se encuentran en (\*) son aquellos con los que se comenzará la operación.

#### Productos

- P1: Alquiler de espacios para la experimentación, investigación e innovación en procesos y productos del sector de las materias primas energéticas. Estos incluyen servicios de conectividad y servicios básicos.

- P2: Desarrollo y soporte en proyectos de investigación e innovación para el sector relacionado con las líneas de trabajo (Aquí irían las líneas de trabajo que estarían dispuestos a prestar los laboratorios y grupos de investigación).

- P3: Generación de alternativas de mejoramiento de procesos, productos y servicios a través de modelos innovadores y prototipos a diferentes escalas. Incluye servicios en:

Diseño técnico de productos/procesos.

Simulación de sistemas.

Control de calidad.

Diseño experimental.

Caracterización y estandarización de procesos.

- P4: Modelos logísticos para la gestión de cadenas productivas.

- P5: Banco de simulación de procesos para el sector minero.

#### Servicios

- S1: Identificación e investigación de necesidades, prioridades y oportunidades para el mejoramiento competitivo y productivo de las empresas del sector de las materias primas energéticas.

- S2: Análisis de pruebas de laboratorios para minerales.

- S3: Asistencia técnica y administrativa a los incubados en IPP.

- S4: Asesorías para mejoramiento de productividad en:

Diagnóstico de procesos productivos y cadenas productivas

Análisis de cadenas productivas

Diseño experimental

Control de calidad

Estandarización de procesos

Simulación de sistemas.

Medición y análisis de estándares de procesos y servicios ya existentes

Evaluación y caracterización de procesos.

- S5: Identificación y adaptación de tecnologías existentes a procesos o productos de las empresas mineras.

- S6: Información de la cadena productiva de los minerales y materias primas energéticas.

A continuación, la tabla 1 presenta los servicios de los grupos de investigación y laboratorios aliados a IPP.

Planes de productos y servicios.

En la tabla 1, se realiza una propuesta de planes para la prestación de servicios y productos para el proyecto con el fin de atender las necesidades de los cliente/usuarios del proyecto IPP.

| PRODUCTOS Y SERVICIOS INDIVIDUALES  | PLAN ASESORIA   | PLAN SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN Y PRUEBAS DE LABORATORIOS   | PLAN INFRAESTRUCTURA  | PLAN INNOVACIÓN, MEJORAMIENTO ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA.   |
|---|---|---|---|---|
| Se ofrece a los clientes los servicios y productos individuales disponibles en la oferta IPP. | Busca ofrecer un conjunto de servicios que permitan aumentar la productividad de las empresas a través de la caracterización, la estandarización y el mejoramiento de productos y procesos. | Ofrece un conjunto de servicios y productos relacionados con la oferta de los grupos de investigación y análisis de pruebas de laboratorios ofrecidos por los aliados de IPP. | Incluye el alquiler de la infraestructura para desarrollar los prototipos o pruebas pilotos de los productos y procesos. Además, incluye un apoyo técnico-administrativo durante la estadía de la empresa en el parque. | Comprende un conjunto de servicios integrales para que las empresas desarrollen prototipos y plantas pilotos en productos y procesos. Este servicio facilita que las empresas logren sus innovación en productos y procesos, debido a que incluye infraestructura, asesoría, laboratorios, grupos de investigación y los programas de Innovación integrales de IPP. |
| Servicios que comprende   |   |   |   |   |
| P1,P2,P3, P4, P5, S1,S2,S3 y S4   | Los servicios considerados desde S1 a S6.   | P2,P5 y S2  | P1 y S3   | P1, P2, P3, P5 S1, S2, S3,S4, S5y S6.   |

Tabla 1. Planes de productos y servicios  
Fuente: Elaboración propia.

### Costos de servicios y forma de pago

Los costos de los productos y servicios de IPP dependen en su mayoría del tipo de trabajo (grado de dificultad, tipo de personal, recursos a consumir, software e infraestructura utilizada). Por tal motivo, ningún producto/servicio tiene un costo estándar, sino que su valor depende de las necesidades del cliente específico. Pero el costo/unidad de las diferentes variables como personal y algunos servicios de los laboratorios está definido.

### Personal

El personal que participa en el proyecto varía en el grado de formación, experiencia y área de trabajo. De allí se plantaría un sistema de curva salivar que compense dichas características.

**Servicios prestados por los laboratorios y grupos de investigación:**

Los costos de servicios de las pruebas de laboratorio y grupo de investigación varían según sus tablas de costeo. Por ello, en el momento de cotizar los servicios, IPP evalúa su disponibilidad y el dinero a cobrar por los laboratorios (Centro de investigaciones de Metalurgia Extractiva-CIMEX, Laboratorio de Caracterización de Materiales, Flujos Reactivos y Materiales Energeticos- FRYME, Grupo de Tribología y Superficies) y grupos de investigación interesados en trabajar con IPP.

**Localización y características de la infraestructura para IPP.**

IPP tendría una zona administrativa y una infraestructura de experimentación e innovación. La zona administrativa estaría ubicada cerca de la Facultad de Minas en Ingeominas donde opera el grupo GEMMA. La infraestructura de experimentación e innovación estaría ubicada en la misma zona de Ingeominas y contaría con servicios básicos, comunicación, conectividad y espacios para el montaje de prototipos de productos y procesos. De ser necesario, estos espacios de experimentación se adecuarían a las necesidades particulares de los procesos o productos de los clientes. Adicionalmente, buscaría poner a disposición de los clientes el hardware y software licenciando disponible en la Universidad. En cuanto a los servicios y pruebas desarrollados por los grupos de investigación y laboratorios, se realizarían en la mayoría de las ocasiones en sus propios espacios a menos de que los proyectos particulares requieran otra situación.

**5.3. Análisis de Capacidad**

Para IPP, se proyecta la siguiente capacidad instalada en cuanto a infraestructura y servicios en la tabla 2.

Tabla 2. Análisis de capacidad y disponibilidad de IPP.  
Fuente: Elaboración propia.

| ITEM O VARIABLE                           | UNIDAD           | DISPONIBILIDAD INICIAL HORAS/MES O ESPACIO. | CAPACIDAD MÁXIMA ESTIMADA             |
|---|------------------|---|---------------------------------------|
| Espacios de experimentación e innovación. | Espacios         | 1   | 1                                     |
| Asesores                                  | Hora/hombre/ mes | 430   | Variable con la demanda del proyecto. |
| Estudiantes                               | Hora/hombre/ mes | 1200  | Variable con la demanda del proyecto. |
| Laboratorios                              | Hora/mes         | 240   | Variable con la demanda del proyecto. |
| Grupo de investigación                    | Hora/mes         | 240   | Variable con la demanda del proyecto. |
| GNT                                       |                  | SEGÚN SEA LA DEMANDA                        | Variable con la demanda del proyecto. |
| OBSERVATORIO                              |                  | SEGÚN SEA LA DEMANDA                        | Variable con la demanda del proyecto. |

Como se observa en la tabla 2, la capacidad de prestación de servicios de IPP se encuentra limitada a los espacios de experimentación e innovación y a las horas disponibles de los asesores, estudiantes, grupos de investigación y laboratorios. Por ello, es crítico para el proyecto que se adelanten programas de formación y capacitación de asesores y estudiantes que permitan satisfacer continuamente los servicios descritos en el proyecto. Adicionalmente, la capacidad máxima estimada se ve afectada por la cantidad de hardware, software y grupos de investigación/laboratorios disponibles.



#### 5.4. Sistemas de control y calidad

El Sistema de Control de IPP es un conjunto de elementos, recursos, sistema de información, cultura, estructura, políticas y metas, que permitan un funcionamiento, eficiente y eficaz para la satisfacción del cliente y la mejor utilización de los recursos. Entre los aspectos estratégicos de este sistema se encuentran:

- Ambiente de control.
- Administración de riesgos.
- Actividades de control.
- Información y comunicación.
- Seguimiento y monitoreo.
- Realización de ficha técnica de cada producto.

En el mediano plazo, se realizara mediante la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001: 2000.

Finalmente, se puede indicar que el proyecto IPP en su módulo técnico describió sus fases, esquema operativo de trabajo, productos/servicios, localización y sistemas de control de calidad con el fin de aumentar la competitividad y productividad del sector con base en un enfoque integral que parte de la inteligencia tecnológica, seguida de la experimentación, innovación y apropiación tecnológica.

#### 6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura de la organización está en la figura 8 del sistema de investigación e innovación de productos y procesos (IPP) y hace parte del CEIP:

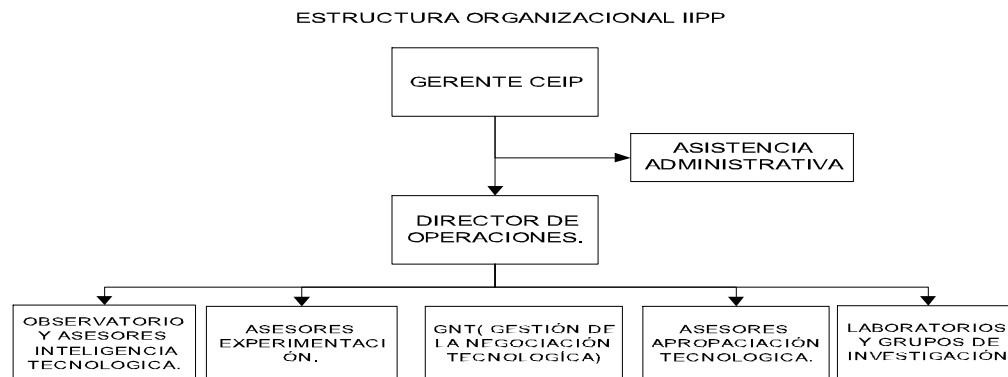


Figura 8. Estructura organizacional IPP. Fuente propia.

- Socios y propiedad:

Se propone que IPP sea una sociedad anónima compuesta por inversionistas privados, públicos y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

- Entidades y empresas con las que se relaciona IPP

A continuación se listan las entidades y empresas con vínculos con IPP:

- Empresas: Se manejan relaciones con empresas de la cadena de las materias primas energéticas, que pueden ser aliados estratégicos o clientes de IPP.
- Entidades públicas o privadas: Se busca la vinculación de entidades como el Ministerio de Minas y Energía, gobernaciones y otras entidades que permitan fortalecer IPP en su capacidad investigativa e innovadora de la cadena de las materias primas energéticas.
- Universidades: Especialmente la Universidad Nacional de Colombia por su institucionalidad, sus laboratorios y grupos de investigación, con el fin de prestar servicios a proyectos de los clientes. Esta relación permitirá fortalecer la capacidad investigativa de la Universidad y su contribución al desarrollo del país. En etapas posteriores del proyecto, se pretende la contratación de servicios a laboratorios o centros investigativos de otras universidades a nivel nacional e internacional.
- Entidades de Apoyo:
  - Grupo de Georrecursos Materiales y Medio Ambiente (GEMMA): es el creador y promotor del proyecto. El grupo GEMMA ha proporcionado gestión y recursos económicos para la estructuración del proyecto que Incluye la contratación de la realización del diagnóstico de recursos internos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, que comprendió la identificación de los servicios de los laboratorios, grupos de investigación y centro de computo, relacionados con la cadena productiva de las materias primas energéticas, y la estructuración de la presente propuesta de proyecto.
  - Grupo de Investigación para el modelamiento de la gestión de las operaciones (GIMGO): es el coordinador actual del proyecto, y además, ejecutó el diagnóstico descrito con anterioridad y la formulación de la presente propuesta.
  - Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia: La Decanatura de la Facultad de Minas ha brindado el apoyo institucional y la gestión para conseguir recursos económicos para el proyecto.

## 7. PRESUPUESTOS

Para el desarrollo del proyecto, se presenta un presupuesto estimado de \$1.561.250.603. En dicho presupuesto, se consideran rubros tales como adecuación de infraestructura, personal, equipos, software, administración, entre otros.

Del presupuesto presentado, se debe indicar que la mayor inversión a realizar se plantea en la adecuación de la infraestructura en la cual están incluidos todos los diseños necesarios para los requerimientos de dicha obra.

## 8. IMPACTOS

A continuación, se describen los impactos del proyecto para la Universidad Nacional de Colombia.

### 8.1. Impacto en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Estos son algunos de los aspectos en los cuales se espera que IPP haga presencia y por lo tanto, ayude a mejorar el nivel académico de la universidad.



- Participar y contribuir en proyectos de investigación e innovación enfocados a mejorar la productividad y competitividad del sector de las materias primas energéticas.
- Crear espacios para que los investigadores y estudiantes (pregrado y postgrado) fortalezcan sus capacidades de innovación e investigación a partir del desarrollo de soluciones para proyectos aplicados al sector productivo que fortalecerán su formación y las misiones de la universidad en cuanto a investigación, extensión y docencia.
- Contribuir al fortalecimiento de la relación universidad, empresa y estado.
- Posicionar la Universidad como impulsor de productos/servicios de investigación e innovación para contribuir al crecimiento académico y económico del país.
- Fortalecer la institucionalidad, grupos de investigación y laboratorios que participan en IPP debido a la posibilidad de prestar servicios y la posibilidad de desarrollar proyectos que permitan afianzar su capacidad investigativa y aumentar sus ingresos para el mejoramiento de las instalaciones, operaciones y competencias de su personal.



## 8.2. Impactos científicos, productividad y competitividad, ambiente y economía

Se espera que los impactos más importantes se planteen como:

Impactos científicos y tecnológicos del proyecto:

- Formar personal a nivel de pregrado y postgrado con capacidad de análisis y estudio de las cadenas productivas, procesos y productos, mediante herramientas como la simulación de sistemas, las transferencias de tecnologías, lo experimental, la innovación, el fortalecimiento empresarial que contribuyan a alcanzar un óptimo desempeño del sector industrial colombiano.
- Registrar y documentar técnicas de know-how de los procesos utilizados para la innovación y el análisis de la cadena productiva con las distintas técnicas utilizadas para buscar su mejoramiento.

Impacto en la productividad y competitividad de la empresa:

- Formar en competencias y generar la cultura de innovación en las empresas del sector, lo que conllevará a la productividad y competitividad.
- Identificar los problemas y las necesidades en procesos, en el encadenamiento de la cadena productiva de las materias primas minerales y energéticas.
- Mejorar la productividad en la empresa mediante la innovación en procesos y productos, para contribuir al aprovechamiento de la cadena productiva de las materias primas minerales y energéticas.
- Desarrollar un centro en innovación en productos y procesos, que permita experimentar con las diferentes variables que intervienen en un proceso, planteando diversas soluciones o alternativas a problemas específicos de sector industrial colombiano en cuanto a procesos productivos y aprovechamiento de la cadena productiva.
- Desarrollar y apropiar Tecnologías de la Información y Comunicación que busquen mejorar la logística de los procesos y las actividades del sector, adquiriendo eficiencia y mejoramiento en la productividad.
- Establecer las distintas técnicas de simulación de sistemas, como un mecanismo de diagnóstico y de mejoramiento de los procesos y actividades, eficaz y de bajo costo.

Impactos sobre el medio ambiente y la sociedad.

- Mitigar los efectos nocivos de los procesos al ambiente, como un indicador predominante para medir el mejoramiento de un proceso.
- Servir de modelo de desarrollo tecnológico e innovación para otros sectores distintos

del de las materias primas minerales y energéticas.

Impactos en la economía nacional y regional.

- Fortalecer la cadena productiva para el aprovechamiento del territorio colombiano mediante la vigorización y la oferta en servicios de innovación para productos y procesos que permitirán la generación de valor y la optimización de costos operacionales.
- Mejorar el aprovechamiento de los recursos y fomentar el desarrollo de encadenamientos productivos generadores de valor, riqueza y desarrollo económico a las regiones.
- Fomentar la cultura en innovación en productos y procesos como medio para el mejoramiento continuo, especialmente para las empresas artesanales o poco tecnificadas con el fin de que alcancen mayor productividad y generación de ingresos.

## 9. CONCLUSIONES

- El proyecto IPP es un sistema de innovación en productos y procesos que busca aumentar la competitividad y productividad de la cadena productiva de los minerales y materias primas energéticas a través de la aplicación de técnicas de ingeniería para el mejoramiento de procesos, gestión tecnológica y gestión empresarial.
- El proyecto IPP enfoca su mercado meta a empresas de la cadena de los minerales y materias primas estratégicas con capacidad de inversión y cultura organizacional con tendencia a la innovación y al mejoramiento de sus productos y procesos.
- Fortalecer la integración entre la universidad, la empresa, el Estado a través de propuestas de innovación enfocadas al impacto en la productividad y competitividad de la cadena productiva y cada una de sus empresas.
- Desarrollar un sistema integral de innovación en productos y procesos, que se fundamente en la inteligencia tecnológica de la cadena productiva, pasando por procesos de experimentación, innovación y apropiación tecnológica para aumentar su productividad y competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arbonies, A, 1993. Nuevos enfoques en la innovación de productos para la empresa industrial. Ediciones Díaz de Santos. 54 P.
- Cárdenas, M. y Reina, M., 2008. La minería en Colombia. Impacto socioeconómico y fiscal. FEDESARROLLO. Bogotá. pp 6-12.
- García, B. y Songel, G., 2003. Factores de innovación para el diseño de nuevos productos en sector juguetero. Universidad Politécnica de Valencia. España. 20 P.
- Hidalgo, A., 2002. La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Pirámide. pp. 12-15.
- Portafolio, 2008. Inversión para minería evita a Colombia y va a México, Brasil, Chile, Perú y Argentina. [en línea]. Bogotá. [Consulta 17 de noviembre de 2008]. Disponible en internet. <[http://www.portafolio.com.co/economia/economiahoy/2008-05-21/ARTICULO-WEB-NOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-4180432.html](http://www.portafolio.com.co/economia/economiahoy/2008-05-21/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-4180432.html)>
- PROEXPORT, Minería [en línea]. Bogotá, [consulta 19 de noviembre 2008]. Disponible en internet <<http://www.expocol.com/VBeContent/NewsDetail.asp?ID=5710&IDCompany=20>>
- SIMCO, 2008. Anuario Estadístico Minero. [en línea]. Bogotá. [Consultado 12 de diciembre 2009] disponible en internet <<http://www.simco.gov.co/Inicio/AnuarioEstadísticoMinero/tabid/166/Default.aspx>>
- Unidad de Planeación Minero- Energética (UPME), 2007. Planeación nacional de desarrollo minero 2007- 2010. Gestión pública para propiciar la actividad minera. [en línea] UPME, Colombia, [Consultado 4 febrero de 2009]. Disponible en internet <<http://www.simco.gov.co/Default.aspx?tabid=117>>

