

POSIBILIDADES DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO EN COLOMBIA

Hernando Parra Pinilla

Ingeniero Químico, Docente Universidad Autónoma de Colombia. herparra@hotmail.com

María Angélica Parra Castro

Ingeniera Química, Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. m_a_parra@hotmail.com

Recibido: 03-11-2010, aceptado:19-11-2010, versión final: 21-01-2011

RESUMEN

El artículo presenta problemas y retos para la innovación en el sector energético considerado como cimiento para el desarrollo productivo del país. El universo de oportunidades recopilado se basa en tendencias identificadas a partir de la evaluación histórica del sector energético y su situación actual, analizadas en contexto globalizado. Posteriormente, para justificar y contextualizar las oportunidades de innovación, se analiza de manera resumida la explotación de las principales fuentes de energía en Colombia, considerando sus inicios, su evolución y el crecimiento esperado a corto plazo de cada una de ellas. Finalmente se señalan algunas posibilidades de cambios tecnológicos e innovaciones en el sector energético colombiano, con base en las tendencias evolutivas de la tecnología y en los retos y problemas que se lograron identificar y evaluar. Se hace énfasis en el papel preponderante que deberá asumir la ingeniería para el desarrollo de procesos y productos eficientes y amigables con el medio ambiente.

Palabras claves: *innovación, sector energético, energías renovables, diseño eficiente, uso racional de energía, planeación estratégica, escenarios de futuro energético, ingeniería inversa.*

ABSTRACT

The article mentions problems and challenges for innovation in the energy sector considered as the foundation for productive development of the country. The universe of opportunities compiled based on trends identified from the historical evaluation of the energy sector and its current situation, analyzed in global context. Later, to justify and contextualize the opportunities for innovation, in summary discusses the exploitation of the main energy sources in Colombia, considering its beginnings, its evolution and short-term expected growth of each of them. Finally, some possibilities of technological changes and innovations in the Colombian energy sector, based on the technology development trends and the challenges and problems that could be identified and evaluated. It emphasizes the role to be assumed by the engineering to develop efficient processes and products and environmentally friendly.

Keywords: *Innovations, energy, renewable energy, efficient design, use of energy, strategic planning, energy future scenarios and reverse engineering.*

1. INTRODUCCIÓN

En el Seminario Internacional sobre política de Ciencia, Tecnología e Innovación del 2008 (Colciencias, 2008, 3) se reconoce que el gobierno nacional está en la responsabilidad de propiciar las condiciones más favorables para que el país se desarrolle integralmente en lo social, económico, político y cultural. Para fomentar la innovación en el sector productivo es necesario que Colombia identifique un sector estratégico que trascienda sus fronteras y sobre el cual concentre su capacidad de modernización y lo convierta en el motor de su política competitiva: este es el Sector Energético.

Colombia se caracteriza por ser un país privilegiado por la diversidad de recursos que generan una gran variedad de oportunidades para la investigación básica, la planificación del ahorro de energía y el desarrollo de diseños productivos de alta eficiencia, que hagan de la oferta energética una fuente para el crecimiento sustentable y aseguren la preservación del medio ambiente.

2. SITUACIÓN ACTUAL

El documento Visión Colombia II Centenario 2019 (DNP, 2007, 17 y 187-190) realizado por el Departamento Nacional de Planeación, confirma como primer objetivo una economía que garantice mayor nivel de bienestar. Este objetivo se desarrolla en estrategias y una de ellas es la generación de infraestructura adecuada para el desarrollo en el sector de minas y energía; allí se menciona el potencial de los recursos energéticos en Colombia para posicionarse como Cluster regional energético, para lo cual se tendrían que lograr las siguientes metas a largo plazo:

- Elevar la participación de las energías alternativas en zonas no interconectadas: en la actualidad se tiene el 4% (136 MW) se espera que en el año 2019 se alcance el 60% (329MW) de cobertura.

- Aumentar la cobertura del servicio de energía eléctrica: en zonas interconectadas pasar de 90% de cobertura a 99% y en zonas no interconectadas pasar de 34% a 75%.
- Consolidar un mercado eléctrico Andino y Centroamericano: con intercambios continuos de energía entre sus países aumentando la capacidad de generación de 13.398 MW a 16.017 MW en el 2019 y expandiendo las interconexiones internacionales de 5 a 7.
- Mantener la autosuficiencia petrolera: adicionar nuevas reservas de petróleo en 3.500 Millones de barriles.
- Adicionar nuevas reservas de gas natural y desarrollarlas: consolidación y expansión de la cobertura y construcción de plantas y gasoductos. Encontrar 17 Tera pies cúbicos.
- Aumentar las exportaciones de carbón: exportar 100 millones de toneladas en el año 2019, es decir, el doble de las exportaciones actuales.
- Aumentar el nivel de conocimiento del subsuelo del país: cubrimiento de 75% del territorio con exploración geológica.

Sin embargo, estas metas necesitan ser acompañadas de una política, objetivos y estrategias construidas a partir de diagnósticos y análisis de demanda e involucrando los grupos claves del sector para que sean una realidad.

El sector energético en Colombia es dirigido por el Ministerio de Minas y Energía y con ayuda de la planeación de políticas sectoriales realizada por la Unidad de Planeación Minero Energética UPME tienen la responsabilidad de elaborar el plan energético nacional en concordancia con el plan nacional de desarrollo, para promover el adecuado aprovechamiento de los recursos

mineros y garantizar el óptimo y oportuno abastecimiento de los recursos energéticos, su distribución, su utilización y la evaluación de su impacto (UPME, 2010).

En el plan energético nacional PEN se dan los lineamientos de la política energética para el desarrollo del sector a largo plazo. Se han realizado planes en los años 1994, 1997, 2003 y 2006 titulados respectivamente plan energético nacional, PEN autosuficiencia energética sostenible, PEN estrategia energética integral y PEN contextos y estrategias.

El último PEN con visión hasta el año 2025 es formulado a partir de los objetivos y metas planteadas en la Visión 2019, el plan nacional de desarrollo 2006-2010 y los anteriores PEN. A través de estos años los PEN han sido actualizados de acuerdo a la evolución del entorno energético nacional e internacional; sin embargo, los objetivos de la política energética no han variado aunque se hayan incorporado nuevos temas transversales generando dudas acerca de su efectividad.

En este plan se hace referencia a la situación energética mundial y regional, la situación económica del país y la evolución del sector energético, después se realiza la prospectiva con supuestos del posible comportamiento de las variables críticas en el sector. A partir de esos resultados se realizan las proyecciones de la demanda en algunos escenarios de oferta en los casos críticos. Finalmente, se presentan los objetivos, temas transversales y estrategias del plan (UPME, 2007, 10-23).

El objetivo central de maximizar la contribución del sector energético al desarrollo sostenible del país, se basa en el concepto de elevar la calidad de vida sin agotar los recursos naturales renovables y sin deteriorar el medio ambiente buscando que el sector sea confiable y eficiente. A partir de él se despliegan los objetivos principales:

- Asegurar la disponibilidad y el pleno abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional y garantizar la sostenibilidad del sector energético en el largo plazo: disponer de los recursos energéticos y la infraestructura para atender las necesidades de los diferentes sectores de consumo.
- Consolidar la integración energética regional: aumentar la seguridad energética, diversificar las fuentes de abastecimiento y optimizar costos dependiendo de la voluntad y coordinación con los países de interés.
- Consolidar esquemas de competencia en los mercados: fortalecer los mercados para cada sector energético dependiendo de su propia situación.
- Formación de precios de mercado de los energéticos que aseguren competitividad y uso racional de la energía: una política de precios creando un sistema energético viable.
- Maximizar cobertura con desarrollo local: acceso a los servicios comerciales de energía en zonas conectadas y no interconectadas de manera viable y que se contribuya al desarrollo ambientalmente sostenible.

Las estrategias formuladas para el cumplimiento de los objetivos presentan temas comunes que ayudan al cumplimiento de los mismos, estos son los temas transversales:

- Fuentes no convencionales y uso racional de la energía: se ha prestado poca atención al desarrollo de políticas exitosas dirigidas a incluir fuentes no convencionales y el fomento de programas de eficiencia energética, se identifican y analizan algunas barreras.
- Medio ambiente y salud pública: minimizar los impactos ambientales y la salud pública.

- Ciencia y tecnología: se requiere un fuerte impulso a los temas de desarrollo e innovación tecnológica y científica en el sector energético.
- Marco institucional y normativo: se requiere para la implementación de los objetivos y estrategias del plan, alcanzar altos niveles de coordinación entre las instituciones y las autoridades involucradas. Se deben diseñar mecanismos que aseguren la coherencia de las políticas energéticas.
- Información, promoción y capacitación: contar con la información del desarrollo del sector y los procesos educativos para el uso adecuado de la energía.

Las estrategias del plan son agrupadas en los sectores de hidrocarburos, energía eléctrica y carbón pues las principales fuentes de energía en nuestro país son: petróleo, gas natural, carbón y energía eléctrica. A continuación se mencionarán sus inicios y la situación actual de cada una de ellas.

Petróleo

La historia del petróleo en Colombia gira en torno a la evolución de la Empresa Colombiana de petróleos Ecopetrol desde el año 1951 como un empresa industrial y comercial del estado vinculada al Ministerio de Minas y Energía encargada de administrar el recurso hidrocarburífero del país, es así como asume el manejo de las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena. La cúspide del petróleo en Colombia se encuentra en 1983 con el descubrimiento del campo Caño Limón (1.100 millones de millones de barriles) prolongándose en los años noventa con los campos Cusiana y Cupiagua convirtiendo al país en un exportador de petróleo.

En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la empresa con el objetivo de internacionali-

zarla y hacerla más competitiva, en una sociedad pública por acciones estatal vinculada al Ministerio de Minas y Energía pero liberándose de las funciones de estado como administrador del recurso petrolero. Para esta labor fue creada la Agencia Nacional de hidrocarburos ANH. Desde entonces la empresa cuenta con autonomía financiera y competitiva con la posibilidad de establecer alianzas comerciales dentro y fuera del país (Ecopetrol, 2009a, 11-13).

En el año 2006 se presenta una disminución en la producción con tan solo 4 pozos exploratorios y una producción de 529 miles de barriles por día. Sin embargo, Ecopetrol reacciona invirtiendo su capital en nuevas exploraciones, mejorando la estrategia de comercialización y distribución, compra y participa en empresas de exploración, petroquímica y refinería, y realiza procesos de investigación y desarrollo en el Instituto colombiano del petróleo, logrando aumentar las cifras en 16 pozos exploratorios y una producción de 671 miles de barriles por día en el año 2009, equivalente a un incremento en su producción de 12% por año (Ecopetrol, 2009b, 23-27).

Al año 2015 Ecopetrol tiene como meta dentro de su marco estratégico 2008-2015 producir un millón de barriles diarios de petróleo asegurando el cuidado del medio ambiente mediante la minimización de impactos negativos, proyectos de sustitución de combustibles (biocombustibles) y proyectos de eficiencia energética (uso de energías alternativas), entre otros (Ecopetrol, 2009a, 14, 114-115).

Gas natural

El gas natural es un combustible fósil que genera menos emisiones de CO₂ y dada esta ventaja medioambiental y sus bajos costos su utilización ha ido en aumento siendo una alternativa económica, confiable y segura.

En Colombia la conciencia por el valor del gas natural inicia en los años 60 pero hasta 1973 empieza la construcción del gasoducto de la Costa Atlántica y desde su funcionamiento en 1977 el gas natural empezó progresivamente a atender sectores como el termoeléctrico, el residencial, comercial, el industrial y finalmente incursionar como combustible vehicular desde 1997 (Promigas, 2006).

Al evidenciarse sus beneficios en 1986 se realiza el primer plan nacional de uso del gas "Programa de gas para el cambio", reforzado con estudios realizados en el año 1990 se aprueban en 1991 el "Programa para la Masificación de consumo de gas" y en 1993 las estrategias para el desarrollo del plan con la construcción del sistema de transporte de gas natural donde Ecopetrol se encargaría de la construcción de los gasoductos para conectar los campos de producción con los centros de consumo del país (Guerrero, 2003, 123-124).

En el plan Energético 2003-2020 se propone como objetivo profundizar el desarrollo del plan de gas para consolidar el plan de masificación y tomar las medidas necesarias para incrementar su producción (exploración y explotación de nuevos campos), consumo (ampliación de cobertura) y exportación; lineamientos que se mantienen en el PEN 2006-2025 (UPME, 2003, 10).

Las actividades de exploración y explotación de gas natural son simultáneas con las del petróleo por consiguiente Ecopetrol es quien realiza intensos programas de exploración de hidrocarburos, tendientes a incorporar nuevas reservas de gas natural y ampliar la capacidad de producción para proporcionar una mayor confiabilidad al sistema y asegurar el abastecimiento interno y las exportaciones de gas natural. El suministro proveniente de los campos de Guajira y del Piedemonte Llanero representan el 90.1% del suministro nacional y con los campos menores se aportan los requerimientos adicionales (UPME, 2007, 66).

A finales de 2008 las cifras del gas natural son: producción de 1.200 Giga Pies Cúbicos, 6.850 kilómetros de red de gasoductos, 4.611.866 usuarios, 422 poblaciones atendidas, consumo de 731 Mega Pies Cúbicos Diarios, 235.058 vehículos con gas natural vehicular (GNV), 394 estaciones de GNV, reservas de 6.176 Giga Pies Cúbicos. Estas cifras confirman la estabilidad y el dinamismo del gas natural en 30 años de evolución gracias a las amplias reservas de gas, la definición de un marco regulatorio apropiado, programas de gasoductos regionales, una adecuada política energética y esfuerzos comerciales de las empresas del sector (Promigas, 2006).

Carbón

Las abundantes reservas, calidades y bajos costos del carbón en Colombia permiten afirmar que es una fuente energética importante para su uso en la industria y en el sector eléctrico.

A 2005 Colombia contaba con reservas de 6.600 millones de toneladas que garantizan Carbón para 100 años distribuidas en dos grupos: la minería pequeña del interior del país (30%) y la gran minería en la Costa Atlántica con el Cerrejón (70%). El 69% de la demanda del carbón corresponde a la industria mientras que el 22% corresponde al sector eléctrico (UPME, 2007, 67).

El uso del carbón puede ir en aumento por medio de las tecnologías limpias diseñadas para mejorar la eficiencia e impacto ambiental en su extracción, preparación y consumo. Estas tecnologías reducen las emisiones, disminuyen pérdidas y aumentan la cantidad de energía aprovechada de cada tonelada de carbón, convirtiendo al carbón en la principal estrategia energética ante el agotamiento de los otros recursos. Por lo que se espera que la demanda interna de carbón aumente a 5591 Ktons en el año 2010, de los cuales el sector industrial participará con el 78% y el eléctrico con el 20% con

un aumento en la producción de 77 millones de toneladas a 2010 (UPME, 2003, 60).

Energía eléctrica

El sector eléctrico en Colombia se clasifica desde las reformas realizadas por el gobierno en 1994 en actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización. La capacidad de generación es privada conformada por 33 empresas generadoras distribuidas de la siguiente manera: ISAGEN 13%, EEPPM 16%, EMGESA 20%, EPSA 8%, TEBSA, 7%, CHIVOR 6% y otros 30%; cuyas fuentes principales de generación son la energía hidráulica y la energía térmica (UPME, 2003, 60).

El Sistema de Transmisión Nacional está constituido por 10.999 Km. de líneas de transmisión que operan a niveles de voltaje de 220 y 230 kV y por 1.449 Km. de líneas a 500 kV. ISA es propietario del 72% de las redes, Transelca del 12.4%, EEPPM del 6.5%, EEB del 5.6% y EPSA del 2.2%. La producción eléctrica total en 2005 fue de 50.4 TWh. Las plantas hidroeléctricas generaron 81.2 por ciento, las plantas térmicas 18.6 por ciento y la planta eólica 0.1 por ciento del total. La cobertura del servicio fue de 94% en el territorio nacional a 2005. El crecimiento promedio de la demanda de energía ha estado alrededor del 2.9 % anual (UPME, 2006).

A finales de 2005 la capacidad neta efectiva instalada era de 13.4 GW distribuida así: plantas hidráulicas 63.92%, térmicas (gas) 27.41%, térmicas (carbón) 5.2 %, hidráulicas 3.08 %, menores a gas 0.17 %, cogeneradores 0.15 % y eólicas 0.07 %. Los intercambios netos de energía de Colombia con Ecuador y Venezuela representaron en el 2005 exportaciones de 1,757.8 GWh con un incremento anual de 4.5%, mientras que las importaciones disminuyeron 23.7% al pasar de 48.43 GWh en el 2004 a 36.95 GWh en el 2005 (UPME, 2007, 72).

En la actualidad el aporte a la generación eléctrica a partir de energías renovables es mínimo.

Se detecta cierta tendencia a implementar soluciones de baja potencia en comunidades marginales e iluminación utilizando energía solar fotovoltaica, pero la autogeneración en sectores de medio y alto consumo sigue en espera de su desarrollo e inclusión en el sistema interconectado.

Centros de investigación

En la industria de la producción de hidrocarburos y la distribución de combustibles líquidos el desarrollo científico y tecnológico es mínimo pues las actividades de I&D son realizadas en centros de investigación fuera del país. Sin embargo, en el sector de hidrocarburos Ecopetrol hace su aporte con el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP). El sector del gas natural por su parte no cuenta con ningún centro de investigación propio.

En el caso del Carbón, existe un centro de investigaciones, en la Universidad del Norte, en Barranquilla, con apoyo de Colciencias y el sector privado representado en las grandes minas de carbón de la costa atlántica. Finalmente, el sector eléctrico cuenta con el Centro de Investigaciones para el Desarrollo Tecnológico (CIDET), el cual cuenta con apoyo de Colciencias y de las empresas del sector (UPME, 2003, 19-20).

Por otro lado, Colciencias junto con grupos de investigación y empresas del sector público y privado se encuentra desarrollando, entre otras, las siguientes investigaciones para impulsar estas fuentes de energía (Prías, 2004):

- El mercado de la energía eólica en Colombia. Operación, riesgo y posibilidades de expansión. UN Medellín y EEPPM: Desarrollo de un modelo que permita evaluar en el largo plazo la potencialidad del mercado de la energía eólica y su posible complementariedad con otras fuentes de

generación de electricidad en Colombia. Posibilidad de expansión de la energía eólica en la Guajira.

- Desarrollo de un sistema de control para procesos de desanilización de agua y refrigeración, con base en sistemas operados en energías renovables UN Medellín, Universidad de los Andes-UPB y Acquire Ltda.: Diseño de sistemas de control, que permitan la interfase de plantas desalinizadoras por osmosis inversa y equipos de refrigeración DC y AC, con los sistemas de generación de energía no convencionales (eólicos y solares).
- Desarrollo de materiales para la fabricación de celdas solares e instalación y monitoreo de sistemas prototipo de generación fotovoltaica de electricidad UN Bogotá: Estudiar las preparaciones de películas delgadas del compuesto Cu (In, Ga) Se₂ con propiedades adecuadas para la fabricación de celdas solares, diseño dimensionamiento, instalación y operación de sistemas fotovoltaicos prototipos autónomos e interconectados y desarrollo de infraestructura para seguimiento y evaluación de funcionamiento de los sistemas.
- Gasificación de carbón en lecho fluidizado para el proceso de secado. Colciencias, ladrilleras San Cristóbal, Universidad de Antioquia, Nacional Medellín y Pontificia Bolivariana: para obtener un producto libre de la presencia de material particulado proveniente de la combustión del carbón. Se obtuvo el conocimiento necesario en la técnica de gasificación el cual puede ser extensivo a cualquier tipo de biomasa.
- Proyecto de cogeneración en la Universidad del Norte: para generar energía a partir de un gas obtenido por la gasificación de cascarilla de arroz.
- Universidad Nacional Manizales. Obtención de biodiesel ensayando tecnologías como: integración de los proceso de reacción, separación del proceso de transesterificación en un solo equipo y la utilización de catalizadores enzimáticos; alternativas que un futuro cercano impactaran la productividad del proceso de obtención del biodiesel.
- Gestión eficiente de la demanda y uso racional de energía. EEPPM. Universidad Pontificia Bolivariana: Desarrollar, promover e implementar una metodología eficaz para un Programa de Gestión y Administración de recursos energéticos mediante la recolección y el procesamiento de datos en tiempo real e histórico de las principales variables y de los consumo usando la técnica de monitoreo y fijación de objetivos para el uso eficiente de la energía en diferente sectores.
- Proyectos de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales: Son proyectos de innovación y desarrollo tecnológico que contribuyen en el mejoramiento de la competitividad, la productividad y la sostenibilidad del sector productivo y en general en el bienestar social. Diseño y desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios energéticos que propendan por la eficiencia energética. Introducción de nuevos procesos, productos y energéticos o mejora sustancial de los existentes con impacto en el mejoramiento de los indicadores de uso de energía. Nuevas metodologías y técnicas para el manejo y administración de la energía en la empresa. Optimización, simulación y control de procesos. Desarrollo experimental y nuevas tecnologías en fuente no convencionales de energía.
- Desarrollo de un prototipo experimental para el suministro de energía eléctrica

con celdas de combustible alimentadas con propano y mezclas H₂/CO.

- Análisis y evaluación experimental de celdas de combustible: Inserción en el sistema energético nacional.

Además, Colciencias cuenta con la red colombiana de investigación en eficiencia energética (2003) conformado por las universidades y sus programas de doctorado. Tiene como objetivo: identificar líneas de investigación, impulsar formación avanzada en el tema (maestrías y doctorados), movilidad de investigadores para participar en redes internacionales, crear publicaciones indexadas, coordinar la creación de normas y reglamentos sobre eficiencia energética para equipos de uso final y gestión energética, organizar eventos académicos y promover incentivos.

Por lo anterior, es importante identificar las posibilidades de cambios tecnológicos e innovaciones en este sector basados en los problemas y retos que enfrenta en los ámbitos mundial y nacional, su situación actual y futura.

3. PROBLEMAS Y RETOS DEL SECTOR ENERGÉTICO

Son muchos los problemas y retos que enfrenta el Sector energético en Colombia, y también numerosas las oportunidades que le ofrecen nuevos conocimientos en las ciencias, así como las demandas expresas y latentes en las nuevas tecnologías. El enfrentamiento de estos retos y explotación de las oportunidades con innovaciones permitirá reconfigurar la base tecnológica del sector y ampliar su universo.

El sector energético enfrenta los siguientes retos:

- La viabilidad energética del país requiere de una estrategia que oriente en la misma dirección a los actores del desarrollo en

este sector: el estado, los gremios de producción, los usuarios y los grupos de investigación oficiales y privados a través de una planeación prospectiva de contexto globalizado.

- El manejo de los recursos debe tener en cuenta tendencias globales en cuanto a lo estratégico-político de la reserva convencional y la exploración de oportunidades de innovación tecnológica para el aprovechamiento de las reservas alternativas.
- Será necesario abandonar la tendencia de dar soluciones de corto plazo en aspectos tan importantes como la explotación petrolera, la generación eléctrica, la sustitución de combustibles o los negocios en la prestación de servicios, pero sin generar la necesaria inversión para el posicionamiento continental del potencial energético propio.
- Se deben incluir aspectos sobre la regulación y control dentro del marco legislativo colombiano y dentro de los convenios o tratados internacionales, en lo referente a contaminación, reservas de dominio, patentes, etc., para el favorecimiento de las regiones en su desarrollo y posibilidades de negocios. Las actividades científicas y tecnológicas requieren de una acción política que aplique estrategias concretas y realistas donde la tecnología e innovación juegan un papel primordial dado el potencial que tiene Colombia.
- Se debe contar con un posicionamiento del país en el marco energético mundial y regional y proponer la ruta estratégica a recorrer mediante la implementación de proyectos prioritarios de investigación y desarrollo que mantengan ventajas competitivas existentes y habiliten oportunidades de innovación que aseguren el crecimiento sostenible del país a largo plazo.

- Las estrategias de innovación deben asegurar el crecimiento sostenible del sector energético buscando plantear escenarios de futuro para la nación con base en una valoración realista de los activos convencionales y no convencionales y establecer de manera prioritaria las acciones que los actores deben emprender para consolidar alianzas internas que aseguren la unidad nacional y el desarrollo equilibrado en el campo económico y social, con el correspondiente fortalecimiento de las propuestas que presente el país a la mesa de negociaciones en tratados internacionales futuros.
- Los cambios que estarán presentes en próximos años, serán producto de la adecuación del sistema general de explotación, transformación y uso de la energía considerando el desarrollo interno y simultáneamente el desarrollo global y su influencia en la sociedad y estarán dentro de las categorías de procesos de transformación eficiente, de aprovechamiento eficiente, transportes e instalaciones eficientes, cambios económicos, autonomía en el nivel del estado, generación o adquisición de energía, aseguramiento del medio ambiente y desarrollo participativo de la sociedad.

4. ESCENARIOS DE FUTURO

Teniendo en cuenta los retos y centrándose sobre la situación y condición actual del país se mencionan a continuación las siguientes posibilidades de innovación y perspectivas de competitividad en las cuales se encuentran las principales oportunidades de desarrollo del sector en el país (Parra, 2005):

- Aumento de la reserva petrolera. Búsqueda y explotación de pozos nuevos y recuperados.

- Aumento de la reserva carbonífera. Búsqueda y explotación de minas.
- Mayor uso del gas natural y transformación en otros combustibles. Incrementar su producción, consumo y desarrollo de exportaciones sin descuidar el abastecimiento interno.
- Incorporación de nuevas fuentes, tecnologías y usos eficientes de la energía afines con la protección ambiental.
- Uso de derivados del petróleo con mayor eficiencia para transporte. Gasolina y diesel bajos en azufre o químicos contaminantes.
- Aparición del desarrollo tecnológico en la química de los energéticos. Uso de hidrógeno, metanol y combustibles oxigenados en los medios de transporte.
- Amplia utilización de combustibles alternos (Bio-combustibles). Desarrollo del programa de alcohol carburante y de biodiesel con el fin de disminuir la dependencia de la gasolina y el diesel en la oferta de combustibles para el mercado automotor.
- Preponderancia del sector eléctrico. Alto grado de participación de la generación alternativa tanto convencional como no convencional para el suministro de energía.
- Dominio del sector energético nacional dentro de la Comunidad Andina de Naciones. Integración entre países con posibilidades de contribuir con la seguridad energética y por consiguiente el desarrollo socio económico. Mantenimiento de las exportaciones y la interconexión energética con otros países.

- Disminución acelerada de los niveles de polución. Las restricciones ambientales condicionarán el desarrollo del sector

energético. Agilización de las licencias ambientales. Alto cubrimiento del transporte masivo ecológico.

- Política del sector establecida a largo plazo: políticas públicas, regulación y normatividad. Balanza comercial favorable. Oportunidades para la investigación: leyes para el uso racional y eficiente de la energía y utilización de energías alternativas.
- Incentivos fiscales por generación de energía eólica, biomasa, uso de alcoholes carburantes y el desarrollo de plantas de procesamiento de estas energías.
- Alto nivel de inversión nacional y extranjera en el sector: Inversión pública y privada. Consolidación de instituciones oficiales y privadas dedicadas a I&D en el sector.
- Incorporación regional a la exploración, explotación y usos de los energéticos y la garantía de cubrimiento de la energía a todas las regiones y sectores del país.
- Cambio cultural. Actitud de modernización de la sociedad frente al tema de los energéticos.
- Internacionalización de precios y precio interno. Los avances tecnológicos acercarán los costos de las energías renovables con las de los combustibles tradicionales.
- Democracia, orden público, manejo de conflicto interno y política de empleo.
- Tecnologías de gestión en el sector industrial energético, el estado y los grupos de investigación. Programas en capacitación, buenas prácticas, gestión del mantenimiento y mejoramiento continuo, redimensionamiento de equipos, incorporación de tecnologías eficientes, sustitución de energéticos, cambio y optimización de los procesos.

- Diseño y desarrollo de nuevos materiales y equipos de uso final más eficiente.

5. CONCLUSIONES

Son muchos los retos y posibilidades de innovación que tiene el sector energético del país. Sin duda la identificación de oportunidades será el resultado de la alianza estratégica del sistema de ciencia y tecnología, el sector educativo y el sector productivo. Su desarrollo marchará a la par de las políticas de estado que aceleren los cambios señalados reiteradamente, y en evaluaciones realistas, por parte de los organismos de control.

Sin embargo, la ingeniería jugará un papel definitivo si no solo aplica los conceptos de uso racional de energía, los cuales sin duda reportan ahorros importantes, crean cultura ambiental y modernizan, pero no incrementan la producción de bienes ni promueven las inversiones que generen los puestos de trabajo que el sector energético produce en otras latitudes. Es necesario que el país ingrese al grupo de productores de soluciones alternativas a través del uso de energías renovables, resuelva el problema de interconexión de las mismas y considere el uso de los bioenergéticos con visión más amplia.

De lograrse la aprobación de la ley de regalías, el país industrial se vería beneficiado por las facilidades de capital para la acometida de proyectos de *pymes* dedicadas a la producción de bienes y servicios de ingeniería, que compitan o complementen la oferta de electrodomésticos y gasodomésticos, negocios de conocimiento sobre cogeneración y aprovechamiento de residuos, ingeniería inversa, etc. En este aspecto los programas de ingeniería jugarán un papel preponderante, incorporando de manera real al perfil de formación de sus ingenieros las competencias que les permitan encontrar oportunidades para un desempeño profesional con criterios de máximo aprovechamiento de los recursos naturales.

¿Cómo cerrar la brecha entre la identificación de oportunidades de innovación y su conversión en proyectos reales que transformen el Sector energético en Colombia? La respuesta en muy sencilla, es un asunto de cambio de cultura del sector productivo, el estado y la sociedad en general. En otras palabras, es un cambio de paradigma. El sector energético colombiano está condicionado y limitado con sentencias tales como: Colombia es un país con petróleo y no un país petrolero, la tecnología siempre nos llega tarde, la producción de energía no es rentable, no hay inversión ni interés para el desarrollo investigativo y tecnológico, las empresas no se comunican con los centros de investigación, cuidar el medio ambiente es muy costoso y no trae beneficios, etc. Todo esto obviamente producto de la desinformación, desinterés o simple exageración.

Si Colombia cambia este paradigma puede dar el siguiente paso: Diseñar, desarrollar e implementar las posibilidades de innovaciones mencionadas realizándolas desde una visión integral y global en torno a una política clara de desarrollo del sector energético. Es decir, no es suficiente el enfoque unidimensional de la

innovación se requiere un enfoque integrativo de gestión, en el que el mercado y el estado desempeñen papeles complementarios.

Por ello, se destaca la importancia de la planeación estratégica y la gestión de la innovación en las organizaciones como herramienta fundamental, pues no basta con el reconocimiento de las oportunidades sino se debe pensar en la aplicación de procesos de gestión que aumenten la eficiencia y la productividad de la innovación tecnológica y garanticen su implementación a corto, mediano y largo plazo priorizando las actividades con temporalidad bien definida y estableciendo variables de control y desempeño en su evolución en el sector.

Finalmente, las posibilidades de innovación que fueron mencionadas no son las únicas y es posible que debido a la situación cambiante del sector sea posible identificar muchas más. Es el caso de aquellas posibilidades generadas debido a la preocupación creciente por la conservación del medio ambiente, el agotamiento de las reservas debido a la sobre explotación, nuevos tratados y alianzas, entre otros.

6. REFERENCIAS

COLCIENCIAS (2008). *Colombia Construye y Siembra futuro*. Política Nacional de Fomento a la Investigación y la Innovación. Bogotá, D.C.: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

Recuperado el 30 de julio de 2010, de <http://www.oei.es/salactsi/632.pdf>

DNP (2005). *Visión Colombia II Centenario: 2019*. Propuesta para discusión. Bogotá, D.C.: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 4 de agosto de 2010, de <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Pol%C3%ADticasdeEstado/Visi%C3%B3nColombia2019.aspx>

ECOPETROL (2009a). *Reporte de Sostenibilidad*. Bogotá, D.C.: Empresa Colombiana de Petróleos Ecopetrol.

- ECOPETROL (2009b). *Gestión empresarial y finanzas*. Bogotá, D.C.: Empresa Colombiana de Petróleos Ecopetrol.
- GUERRERO, Fernando y LLANO, Fernando (2003). Estudios gerenciales. Gas natural en Colombia-Gas E.S.P. *En: Revista Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas*. Universidad ICESI. Abril-junio, 2003. No. 87, pp. 115-146. Recuperado el 9 de agosto de 2010, de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/212/21208706.pdf>
- PARRA, Hernando (2005). *Crecimiento sostenible del sector energético nacional: Una propuesta para la búsqueda de consenso*. Bogotá, D.C.: Universidad Autónoma de Colombia. Especialización en gerencia de tecnología.
- PRÍAS, Omar (2004). *Desde la investigación hasta la innovación. Oportunidades para la Eficiencia Energética en Colombia*. Bogotá, D.C.: Colciencias.
- PROMIGAS (2006). *Archivo de noticias Sector gas natural, 30 años generando progreso en Colombia*. Bogotá, D.C.: PROMIGAS S.A. E.S.P. Recuperado el 2 de marzo de 2009, de http://www.promigas.com/wps/wcm/connect/Web_Content/promigas/otros+vinculos/sala+de+prensa/archivo+de+noticias/comunicado+de+prensa+informe+sectorial+2007
- UPME (2003). *Plan Energético Nacional. Estrategia energética integral. Visión 2003-2020*. Bogotá, D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética. Recuperado el 26 de agosto de 2010, de <http://www.upme.gov.co/Docs/pen.htm>
- UPME (2006). *Plan de Expansión de Referencia: Generación, Transmisión. 2006-2020*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Minas y Energía & UPME.
- UPME (2007). *Plan Energético Nacional. Contexto y estrategias. 2006-2025*. Bogotá, D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética. Recuperado el 15 de marzo de 2010, de http://www.upme.gov.co/Docs/PLAN_ENERGETICO_NACIONAL_2007.pdf
- UPME (2010). *Quiénes somos*. Bogotá, D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética. Recuperado el 4 de agosto de 2010, de http://www1.upme.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=82