

ESCENARIOS *y* ESTRATEGIAS *minería y energía*

BOGOTÁ D.C. COLOMBIA, DICIEMBRE DE 2008 - EDICIÓN 13

PRESENTACIÓN

Es muy grato para la UPME poner a disposición de los agentes del sector y la comunidad en general, esta nueva edición de la Revista Escenarios y Estrategias minería y energía 2008, la cual representa un esfuerzo institucional por elaborar artículos que contribuyan al conocimiento por parte de la comunidad en general de algunos desarrollos y avances del sector minero - energético.

A través de este documento estamos cumpliendo con parte de nuestra gestión, consistente en la elaboración de publicaciones especializadas en los sectores de minas y energía, esperando no solamente fortalecer la imagen institucional, si no también llegar al público en general.

Esta edición número 13, presenta artículos relacionados con temas vigentes que despiertan gran interés no solo en los agentes del sector si no en la ciudadanía en general. Las temáticas presentadas en este ejemplar tienen que ver con una reflexión acerca de los planes sectoriales minero energéticos de tecnologías de información y comunicación, la implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía en empresas, un programa a través del cual se puede hacer predicción de la demanda de energía, las tendencias de la minería en cuanto a transferencia tecnológica, planeamiento de sistemas de potencia para el siglo XXI, la oxcombustión como opción tecnológica para la captura y almacenamiento de CO₂ en generación eléctrica y un importante análisis sobre el silencio administrativo ante la solicitud de aprobación de programas de trabajos y obras mineras.

Esperamos que “Escenarios y Estrategias” se constituya en un destacado aporte para la reflexión y el fortalecimiento de los sectores de minas y energía.

ALIRIO DELMAR FONSECA MEJÍA
Director General

ESCENARIOS Y ESTRATEGIAS *minería y energía*

Bogotá, D.C. Colombia – Diciembre de 2008
Edición 13

República de Colombia
Ministerio de Minas y Energía

**Unidad de Planeación Minero
Energética – UPME**

Director General

Alirio Delmar Fonseca Mejía

Subdirector de Planeación Energética (E)

Jairo Ovidio Pedraza Castañeda

Subdirector de Planeación Minera

Luz Constanza Fierro Enciso

Subdirector de Información

Mauricio Molano Yáñez

Secretario General

Nestor Guillermo Muñoz Caballero

Equipo de Trabajo

Carlos Fernando Valles Franco

Ciro Serrano Camacho

Haider Enrique Amaranto Sanjuán

Jairo Enrique Castro Ardila

Jorge Hernán Londoño de los Ríos

Mauricio Molano Yáñez

Nohora Amparo Niño Candil

Sergio Alonso Mejía Tobón

Coordinación Editorial

Luz Ángela Enríquez López

ISSN 1657-0138

Diseño y Diagramación

Orlando Díaz Martínez

E-mail: digital5@etb.net.co

Impresión

Litografía Espacial

E-mail: litoespacial@hotmail.com

Teléfono: 2465110 / Bogotá - Colombia

UPME

Carrera 50 26 – 20 Bogotá D.C. Colombia

PBX (57) 1 2220601 – FAX (57) 1 2219537

Correo electrónico: info@upme.gov.co

www.upme.gov.co

CONTENIDO

Página **6**

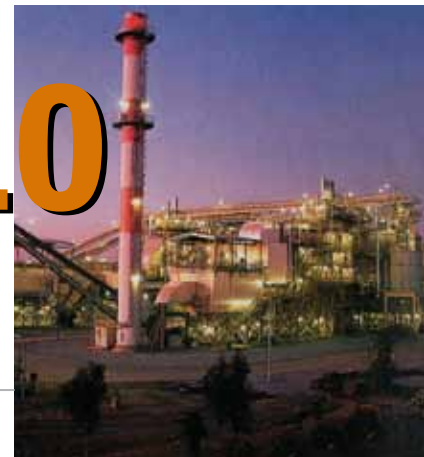


EDITORIAL

Infraestructura de datos sectorial
**EL PAÍS LO REQUIERE, EL SECTOR
SE PREPARA**

Página **10**

**TENDENCIAS DE
LA MINERÍA**



Página **16**

**MODELO DE GESTIÓN
INTEGRAL DE LA
ENERGÍA PARA EL
SECTOR PRODUCTIVO**





30

Página

EL SILENCIO ADMINISTRATIVO ANTE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS MINERAS



38

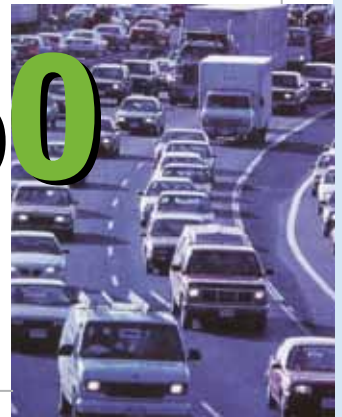
Página

OXICOMBUSTIÓN:
EN PRO DEL MEJORAMIENTO
AMBIENTAL

Página

50

PREDICCIÓN DE
DEMANDA
DE ENERGÍA



Página

58

PLANEAMIENTO DE LOS
SISTEMAS DE POTENCIA
PARA EL SIGLO XXI



Infraestructura de datos sectorial.

EL PAÍS LO REQUIERE, EL SECTOR SE PREPARA

En el marco de la sociedad de la información se pueden encontrar las pautas que permiten visualizar las relaciones actuales entre la sociedad y las tecnologías de la información y la comunicación, las mismas que se perciben como la apertura a un panorama participativo donde se comparte el conocimiento, siendo la comunicación y la transparencia una premisa a seguir.

Por: Jorge H. Londoño De Los Ríos, Asesor, Subdirección de Información, Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.
jorge.londono@upme.gov.co

¿Con cuántas reservas de gas cuenta el país?, ¿Cómo se compone la canasta energética?, ¿cuáles son las necesidades en generación de energía del país?, ¿Para cuántos años alcanzan las reservas de carbón en Colombia?, ¿Cuánto perciben los entes territoriales por concepto de regalías y fondos para energización?, ¿Qué porcentaje de la población no cuenta con suministro de energía?, ¿dónde se encuentran localizados y cuál es el potencial de los recursos minero energéticos del país?

Estas son algunas de las múltiples preguntas que surgen frecuentemente, de los actores y usuarios del sector minero energético, muchas de ellas, por supuesto son las que a diario deben resolver las entidades adscritas y vinculadas al sector. Para que este cúmulo de cuestionamientos tenga las respuestas acertadas, oportunas y actualizadas nos debemos preguntar cuál es la capacidad de respuesta y sincronización organizacional que encontramos en la institucionalidad del sector que permitan responder a: ¿Dónde encuentro las respuestas?, ¿Quién custodia esta información?, ¿Cómo se valida?, ¿Cómo y quién la distribuye?, ¿Quién y a que niveles tiene acceso a ella? y muchas otras, de manera que se puedan detectar los flujos de información entre las entidades y aquellos que responden a las necesidades de la sociedad.

Todas estas inquietudes, requerimientos, preguntas o necesidades, no son más que las realidades de lo que hoy se vive en plena era post industrial; **La sociedad de la información**, concepto que viene desarrollándose tiempo atrás y que ya tuvo sendas cumbres en Suiza y Túnez. Este concepto data de los años 60's y en éste se concluía que el número de empleos que se basan en la manipulación y manejo de información es mayor a los que están relacionados con algún tipo de esfuerzo físico ¹.

¹ Una de las primeras personas en desarrollar un concepto de la sociedad de la información fue el economista Fritz Machlup. La frase fue empleada por primera vez en su libro de 1962 The production and distribution of knowledge in the United States ("La Producción y Distribución del Conocimiento en los Estados Unidos").



De acuerdo con la declaración de principios de la Cumbre de la Sociedad de la Información² llevado a cabo en Ginebra (Suiza) en 2003, la Sociedad de la Información debe estar centrada en la persona, integradora y orientada al desarrollo, en la que todos puedan crear, consultar, utilizar y compartir la información y el conocimiento, para que las personas, las comunidades y los pueblos puedan emplear plenamente sus posibilidades en la promoción de su desarrollo sostenible y en la mejora de su calidad de vida, sobre la base de los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas.

Partiendo de éste ámbito de iniciativas globales, se encuentran las razones para emprender iniciativas de los órdenes nacional y sectorial, que permitan obtener mejores resultados en las inversiones que se hacen en Tecnologías de Información y Comunicación - TIC - en el país, de manera que éstas impacten de manera favorable a quienes va dirigido su propósito.

Ya en el primer semestre del 2008 el país pudo conocer una de esas iniciativas del orden nacional: **El Plan Nacional de TIC 2008-2019 (PNTIC)** que busca que, al final de este período, todos los colombianos se informen y se comuniquen haciendo uso eficiente y productivo de las TIC, para mejorar la inclusión social y aumentar la competitividad. No es ajeno para la mayoría, que la implementación de estas tecnologías ha llevado a una nueva configuración de los procesos y aumentar la movilidad y la rapidez con que se llevan a cabo. Al mismo tiempo, las TIC han contribuido a disminuir los costos de transacción, al hacer que los procedimientos sean menos pesados, más interconectados y más descentralizados. También han facilitado la inserción en la economía

global de las empresas y que se aprovechen y se generen mayores economías de escala, para hacerlas más eficientes. Así, en muchos negocios, empresas y sectores de la economía, estas tecnologías han llevado a un crecimiento acelerado en los últimos años³.

“50% de los cronogramas de los proyectos se gastan en reprogramación.”

Standish Group Chaos Report, 2007

“60% fallan en conseguir los objetivos del negocio.”

Forrester Research

“40% de los defectos son olvidados en las fases de aseguramientos de calidad, pero son identificados por los usuarios.”

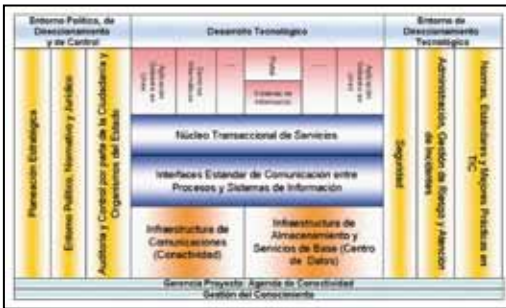
Forrester Research

“La tecnología nos atropella”. Ésta no debería ser la premisa que permita mejorar las condiciones de una sociedad moderna, y mucho menos donde se sustenten sus pretensiones; sin embargo, es la frase que se oye en muchos de nuestros círculos sociales y que tiene razones estructurales de peso para ser la que se escucha comúnmente, en otras palabras se debe invertir más en capacitación en tecnologías si queremos eficiencia en su uso. Otros aspectos de gran preocupación son las cifras a nivel mundial, que no son ajenas a nuestra realidad, donde se concluye que los proyectos de TIC distan aún de ser exitosos. Aún en Colombia no se han acometido estudios o evaluaciones para corroborar estas cifras, pero cualitativamente si se observan alarmas y señales que las avalan. Tal es el caso

² La Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) se desarrolló en dos fases. La primera fase tuvo lugar en Ginebra acogida por el Gobierno de Suiza, del 10 al 12 de diciembre de 2003 y la segunda en Túnez acogida por el Gobierno de Túnez, del 16 al 18 de noviembre de 2005. <http://www.itu.int/wsis/index-es.html>

³ Plan Nacional de TIC 2008-2019

de los “trancones” para el levantamiento de los conceptos previos por parte del COINFO durante el 2008, dada a la carencia de planes sectoriales articuladores que ayuden a la optimización de las inversiones en TIC y que los proyectos presentados estén a favor y en consonancia con los propósitos misionales de cada sector en el país.



El sector minero energético de Colombia no es ajeno a las iniciativas que se mencionan, y por ello desde el año 2007 viene preparándose para conseguir el desempeño óptimo que se requiere en el contexto actual de las TIC, mediante la puesta en marcha de la formulación de los **Planes Sectoriales Minero Energéticos de Tecnologías de Información y Comunicación** siguiendo lineamientos de programas como el de agenda de conectividad⁴. En especial, es de resaltar la labor del Ministerio de Minas y Energía desde la dirección de Minas, donde se ha liderado la formulación del Plan TIC Minero **PETIC 2009-2013** y cuyos resultados actuales han llevado a la identificación de los proyectos prioritarios a desarrollar, y que con el aporte del mismo Ministerio será ejecutado en su fase inicial durante el año 2009.

Dentro del plan se contempla una etapa denominada **FUNDAMENTACIÓN** como punto



de partida esencial para preparar la institucionalidad del sector de cara a su modernización, y a su vez como elemento que proporcionará solidez a las fases subsiguientes, adquiriendo con ello mayor capacidad de gobernabilidad en TIC. Todo el plan deberá enfocarse y estar armonizado con los macro-procesos sectoriales que articulen las entidades involucradas.

Por otra parte, la heterogeneidad de políticas de información y sus debilidades en aspectos como: forma de distribución, precios, confidencialidad, derechos de autor; la baja adopción de metodologías y casi nula estandarización de procesos, estructuras de datos, mecanismos de transferencia e interoperabilidad y baja adopción de prácticas para garantizar la seguridad de la información custodiada, hacen de esta etapa - **FUNDAMENTACIÓN** -, una de las más importantes del plan, dado que allí se establecerán las pautas a seguir y a la par se deberán adquirir las destrezas necesarias por parte de los grupos interventores y evaluadores del proyecto para poder asimilar el proceso de transferencia tecnológica que mejore las condiciones de gobernabilidad en TI a nivel sectorial, entendido esto como la articulación de las entidades en un marco de procesos integradores de las funciones y misiones de todas las entidades que lo componen.

Hay que responder a las necesidades de información del país con consistencia, confiabilidad y oportunidad, pero esto sólo se conseguirá poniendo en marcha propuestas que incluyan fundamentos metodológicos

⁴ Documento CONPES 3072

sólidos y esquemas de planeación que permitan direccionar las inversiones en TI, y que a su vez ayuden a maximizar los beneficios, poder administrar los riesgos, e incrementar la productividad y el uso adecuado de los recursos de TIC.

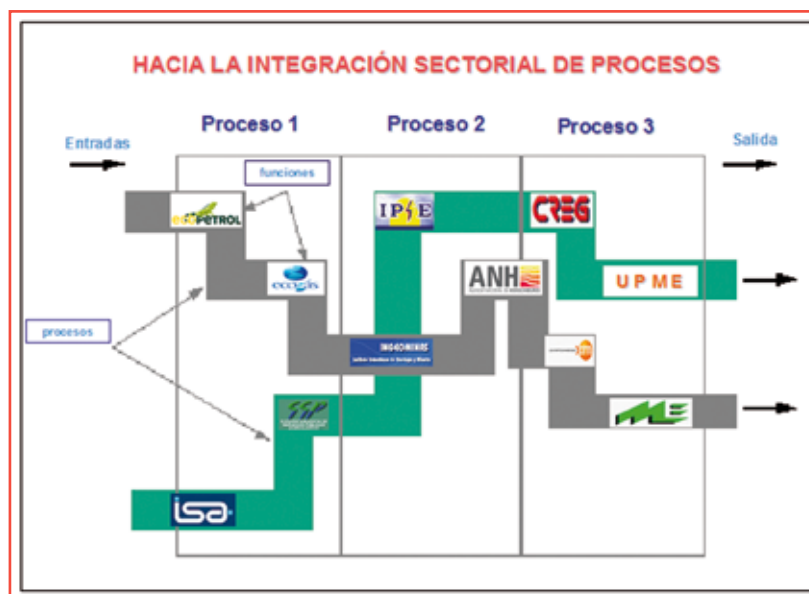


Estándares, políticas, protocolos, metodología, investigación, fortalecimiento de perfiles y definición de funciones precisas, son elementos fundamentales para que estas iniciativas puedan llegar a ser exitosas. Esto es precisamente lo que se aborda en el marco de las Infraestructuras de Datos IDS y es un modelo que con más ventajas que desventajas le permitirá al sector avanzar en el tema.

Se puede concluir entonces, que el camino trazado en estos últimos años dentro de la institucionalidad pública minero energética, muestra que cada entidad se está preparando para responder a las necesidades del país en su misión de administrar de manera óptima la información que el sector aporta para su desarrollo. Sin embargo, grandes esfuerzos individuales y colectivos se requieren para poner a funcionar esta maquinaria tecnológica asociada a los procesos misionales, en aras de poder conseguir la articulación, crecimiento, consolidación y poder llegar a momentos de innovación y expansión.

Muchos de los procesos sectoriales requieren de una caracterización detallada que permita identificar tiempos de respuesta, responsables, relaciones y estándares de operación, que a su vez deberán estar articulados con los Sistemas de Gestión de Calidad en que han sido certificadas varias de las entidades del sector.

Frente a lo anterior, solo resta una pregunta para la reflexión: usted y su entidad ¿a qué ritmo quieren avanzar? ■



TENDENCIAS DE LA MINERÍA



La industria minera no ha sido ajena a la transferencia tecnológica a un ritmo acelerado que se viene dando y que ha tocado en los últimos tiempos a todas las industrias del mundo. Adicionalmente, las regulaciones y restricciones mineras exigen cambios significativos en lo ambiental, lo social y lo laboral.

El alza en los precios de algunos minerales en función de los costos de producción en yacimientos que anteriormente se consideraban marginales, atrae grandes inversionistas en países en desarrollo, donde la mano de obra es más barata y las regulaciones ambientales y el marco legal que protege a los trabajadores son menos exigentes.

Por otro lado, los nuevos métodos de extracción y beneficio de minerales más rentables, están incursionando en América Latina y otros países en desarrollo.

Teniendo en cuenta lo anterior, este artículo enmarca, de manera muy general, algunos cambios que se están dando en el contexto minero.

Por: Sergio Alonso Mejía Tobón, Profesional Especializado, Subdirección de Planeación Minera, Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.
sergio.mejia@upme.gov.co

Los cambios que se están presentando en el mundo a un ritmo acelerado y donde se pueden destacar la biotecnología y el desarrollo de las herramientas sistematizadas para la información y las comunicaciones han tocado significativamente a la minería.

Por otro lado, las múltiples inversiones en países en desarrollo que se llevan a cabo todos los días por multinacionales y donde encuentran un potencial significativo de recursos naturales, permiten en estos países la transferencia de tecnología y conocimientos especializados que ayudan al crecimiento del sector minero y al de otras industrias que se encuentran en el encadenamiento de valor.

Pero no se puede dejar de lado, que el verdadero interés de invertir de muchas de estas compañías en los países de América Latina y otros países en desarrollo son las condi-



Es el caso de la biominería o biolixiviación, que es un nuevo método de extracción minera, donde la tecnología y la explotación de los recursos naturales no renovables con criterios ambientales van de la mano. Esta técnica empezó con la bacteria aeróbica llamada *acidithiobacillus ferrooxidans* y es la que ha proporcionado la acción lixivante durante algún tiempo.

Esta técnica consiste en transformar sulfuros en sulfatos que se disuelven con facilidad en medios acuosos. La biominería es un proceso tecnológico (uso de algas, hongos y bacterias) aplicado a la minería. También se utiliza para los subproductos o colas y consiste en remover elementos pesados y tóxicos en botaderos, escombreras, suelos y efluentes (Biorremediación).

Para la recuperación del cobre se utiliza un proceso electroquímico donde el metal se asienta sobre unos electrodos en forma de planchas lo que permite la formación de cátodos de cobre como producto.

Minería a cielo abierto cambia a explotaciones por métodos subterráneos

Los métodos de explotación a cielo abierto generan impactos visuales y en aire significativos, minimizándose con mayor facilidad o no ocurriendo en la minería subterránea.

Lo anterior, conlleva a que yacimientos importantes que por años se han explotado a cielo abierto, como es el caso de la minería del cobre en Chile, en el corto plazo, no solo por el límite rentable o límite de corte de la explotación (cut off), sino por restricciones ambientales tanto locales como internacionales estén obligados a cambiar a métodos de explotación subterráneos donde la generación de polvos y partículas al aire por el transporte continuo de grandes equipos en las rampas y frentes de explotación y otros impactos no se darían o tendrían un mejor control.

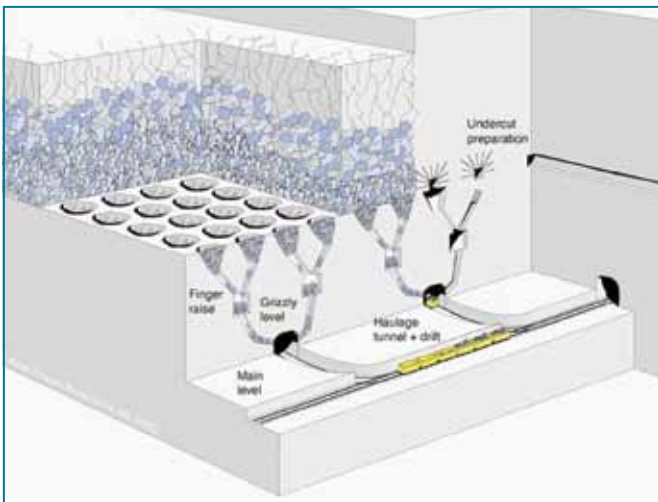
Los métodos de explotación proyectados, para acondicionarse a esta nueva forma de extracción, deben aprovechar la gravedad para reducir costos y poder obtener la mayor



cantidad de volúmen de mineral en el menor tiempo posible que permita equipararse con la recuperación que se realiza con la minería a cielo abierto. Pero para lograr extraer a superficie los volúmenes importantes de mineral arrancado en los frentes de trabajo se hace necesario el desarrollo de innovaciones tecnológicas significativas en el transporte interno minero y capacitación de personal para conseguir nuevas habilidades y competencias para emprender acciones en túneles y frentes mineros propios de la minería bajo tierra.

Los métodos de explotación que mejor se adaptan a los requerimientos anteriores y que logran cumplir con grandes volúmenes de extracción son el de caída de bloques o "Block Caving" y explotación por subniveles "Sublevel Stopping".

Estos métodos consisten en perforar y cargar con explosivos grandes frentes o tramos del macizo rocoso, rico en mine-



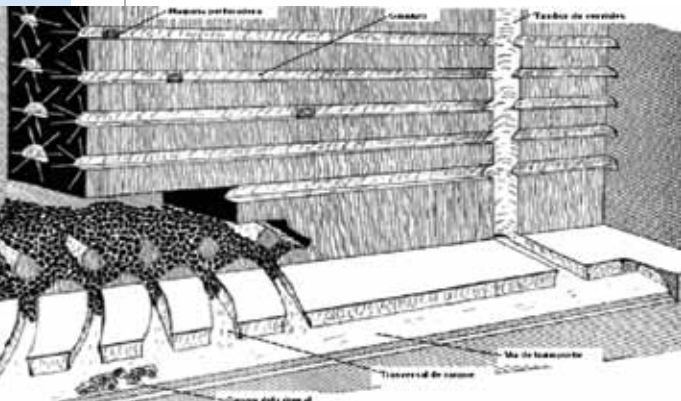
Explotación por Caída de Bloques / Fuente: Atlas Copco, 2000.





ral, para proceder a la voladura que permite que los bloques de mineral caigan por gravedad a una cámara previamente preparada y ubicada, por lo general, en el nivel patio o nivel de transporte. Entre otras ventajas de estos métodos está la de cubicar o medir con mucha precisión el tonelaje a explotar por cada voladura. En estos métodos y con el objeto de reducir costos hasta en un 30%, logrando aumentar el fracturamiento se lleva a cabo un pre acondicionamiento del macizo con la técnica del hidrofracturamiento, que consiste en inyectar agua a presión, lo que permite facilidad y mayor rompimiento en la caída de los bloques.

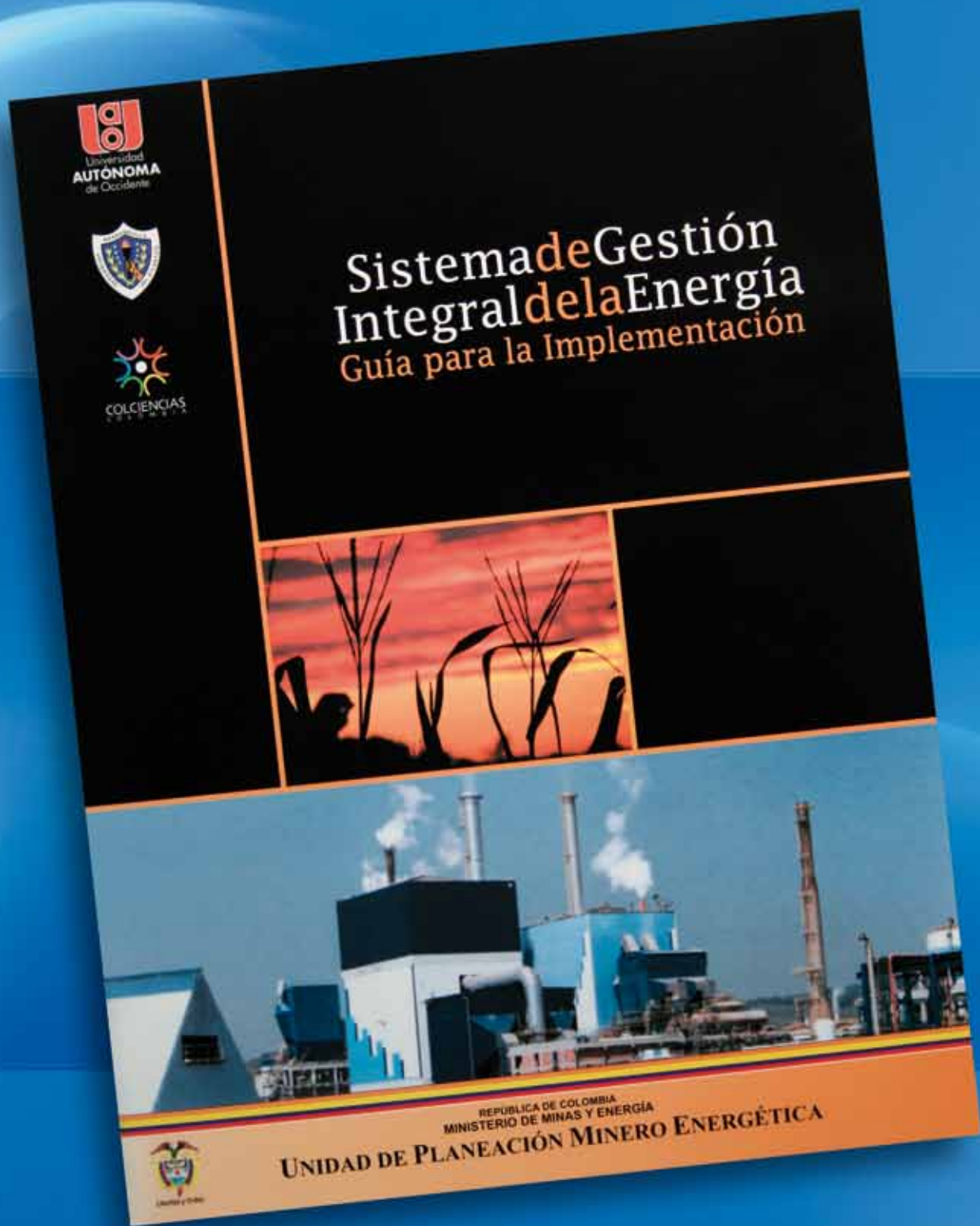
Como se dijo anteriormente se considera que la parte crítica y que hace de un proyecto un éxito o un fracaso, es el transporte interno, el cual tendría que ser por sistemas continuos que permitan incrementar la velocidad de extracción hasta por lo menos en cinco veces, lo que requiere de nuevas tecnologías y cambios sustanciales en la preparación y desarrollo del yacimiento, otras labores que se requieren desarrollar son los sistemas de ventilación y desagüe. ■



Explotación por Subniveles
 Fuente: Modelos de sistemas de de explotación UPTC.
 Sergio Mejía

BIBLIOGRAFÍA

- CONICET. Biominería, una alternativa para mejorar el ambiente. 2005
- JEREZ GUEVARA. Carlos, ¿Has oído hablar de Biolixiviación?. Universidad de Chile. 2005
- RED PUENTES. Biominería, una alternativa de desarrollo sustentable.2005
- UPTC - Sergio Mejía; Modelos de sistemas de de explotación. www.congreso.gob.pe/
- YANACOCHA; La producción del oro - centro de información 2006- <http://www.yanacocha.com/publicaciones/descar/pdf/oro.pdf>



A través de esta guía didáctica, Usted podrá consultar cómo implementar un Sistema de Gestión Integral de la Energía en la actividad productiva.

MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA PARA EL SECTOR PRODUCTIVO



Reducción de los costos de mantenimiento de los equipos y procesos que usan la energía, control del impacto ambiental, fomento de una cultura energético ambiental, planificación de consumos y de eficiencia en el uso de la energía basada en un ciclo de mejora continua, entre otros beneficios.

El compromiso debe partir desde la alta dirección, capacitar a los funcionarios y establecer programas de sensibilización donde se explique el porqué del modelo y sus beneficios es fundamental.

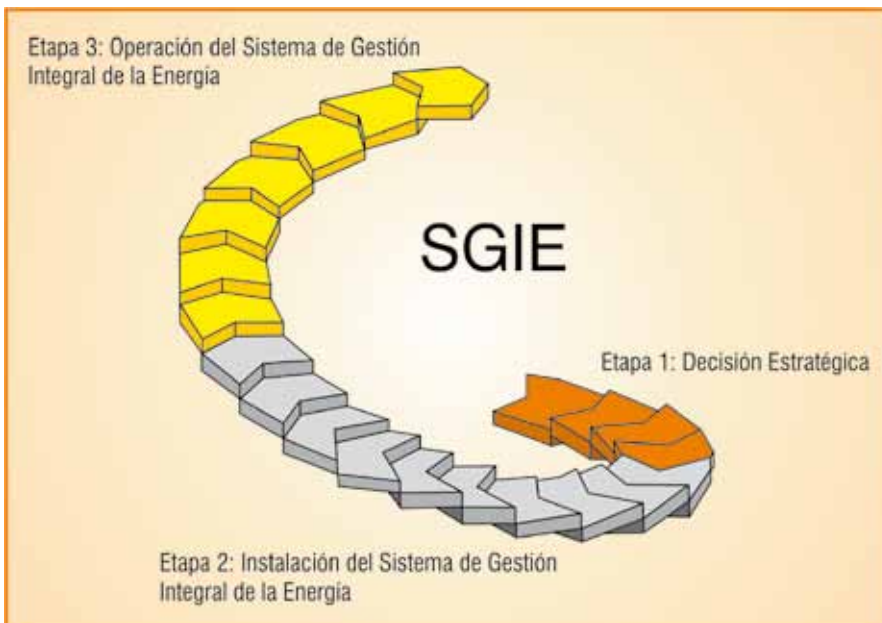
Por: Carlos Fernando Valles Franco, Profesional Especializado, Subdirección de planeación Energética, Unidad de Planeación Minero - Energética - UPME. carlos.valles@upme.gov.co

Se entiende por modelo de gestión integral de la energía aquellos procedimientos y actividades estructuradas, que se integran al modelo de gestión organizacional de la empresa, con el objetivo de alcanzar el mínimo consumo y costo de energía posible a través de un proceso rentable de mejora continua de los hábitos y las tecnologías y cuyos resultados conduzcan a una cultura energético ambiental que se verifique en el incremento de la productividad o la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

Por otra parte, el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), es el conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones que permite la materialización de las políticas, los objetivos y las metas de eficiencia energética a través de la participación de los trabajadores con relación a la tecnología y los procesos, constituyendo una parte del sistema general de gestión de la empresa.

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO EN LAS ORGANIZACIONES

El modelo de gestión propuesto se implementa en la empresa en forma de SGIE y debe cumplir tres etapas ininte-



rumpidas de organización e implementación: decisión estratégica, instalación y operación.

La necesidad de desarrollar tres etapas estriba en que generalmente la empresa no está preparada cultural, técnica y organizativamente para comenzar la operación del SGIE, sino que necesita de actividades preparatorias que se realizan una sola vez. Entre estas actividades se encuentran: organizar las estructuras, obtener los modelos, lograr la alineación organizacional del personal, entre otras.

A continuación se describen las principales actividades que las empresas deben llevar a cabo para implementar con éxito el SGIE:

DECISIÓN ESTRATÉGICA

Dentro de la decisión estratégica se destacan varios procesos que deben llevarse a cabo, esta etapa es el soporte básico de todo, ya que de ella nace el compromiso con que se asumirá la implementación del sistema. Es importante tener en cuenta los siguientes pasos:





Caracterización energética de la empresa

Se realiza mediante una identificación global del estado actual de la empresa en cuanto a la administración y al uso eficiente de la energía que consiste en la aplicación

de herramientas de caracterización para la determinación del potencial de ahorro total por reducción de la variabilidad operacional, de la planeación de la producción y de la mejora de la capacidad técnico - organizativa de la empresa para administrar la energía.

Las herramientas que se sugiere utilizar para esta caracterización son: encuesta cualitativa, filtrado de outliers, diagrama de correlación E vs. P, producción equivalente, diagrama IC vs. P, gráfico de tendencia, base line, diagnóstico de recorrido.

Compromiso de la alta dirección

Se presenta el estado actual de la empresa a la alta gerencia, se establecen los compromisos de tiempos, tareas y de reducción de costos energéticos, se determinan los requisitos para implementar el SGIE en la empresa y el plan de negocios con base en resultados. Se establecen los compromisos generales de la gerencia durante la instalación y operación del sistema.



Herramientas:

Informe técnico, Resumen ejecutivo, Reunión Técnica. Acta de Inicio del proceso.

Alineación

En esta etapa, la gerencia presenta a todas las áreas de la compañía involucradas los objetivos, plazos, resultados esperados del sistema de gestión y métodos de trabajo que se utilizarán. Se hace énfasis en la participación, responsabilidades y los compromisos del personal de la empresa para el exitoso desempeño del trabajo.

Herramienta: Reuniones, murales, videos. Acta de alineamiento del proceso de instalación del sistema de gestión integral de la energía.



Validación y actualización de la estructura organizativa de los procesos

Se realizan varios pasos, entre ellos:

- Análisis de los unifilares de distribución de energía primaria y secundaria en la empresa.
- Análisis o elaboración de los censos de carga de energía.
- Pareto de consumo de la empresa por energéticos.
- Análisis o confección del flujograma del proceso productivo.
- Identificación de posibles centros de costo energético.
- Evaluación de la infraestructura de medición de los diferentes energéticos por centros de costo.
- Identificación de las áreas y equipos claves de la empresa.
- Familiarización con la estructura orgánica de mando de la empresa.
- Familiarización con los procesos y procedimientos del sistema organizacional que aplica la empresa para su funcionamiento.

Herramientas: unifilar eléctrico y térmico de la empresa, flujo de producción de la empresa, organigrama de la empresa, censo de carga térmica y eléctrica, diagrama de medición de energía térmica y eléctrica de la empresa. Organigrama de mando de la empresa. Manual de gestión organizacional de la empresa. Manuales de gestión de calidad, del mantenimiento, de talento humano, de seguridad y salud ocupa-



cional. Procesos de aseguramiento de la producción, de costeo de la producción. Programas y políticas establecidas en la empresa.

Etapa 2. Instalación del SGIE en la empresa.

A continuación se presenta la secuencia de instalación del SGIE en la empresa, una breve caracterización de en qué consiste cada paso y las actividades y herramientas propuestas para llevarlo a cabo. Cada una de las herramientas señaladas será descrita en detalle en la tarea del Proyecto "Herramientas para la gestión integral de la energía en la empresa".

Establecimiento de los Indicadores del sistema de gestión

- Aplicación de la metodología de caracterización en cada centro de costo energético. (Gráfico de correlación, identificación de la línea base o meta, gráficos de control del índice de consumo, determinación de la "producción crítica" por procesos y gráficos de tendencia para el monitoreo, gráficos base 100).

- Validación o cambio de los indicadores actuales.
- Definición de nuevos indicadores.
- Establecimiento de metas alcanzables.
- Establecimiento de gráficos de tendencia y base 100 en cada centro de costo.
- Pareto de pérdidas de la empresa.
- Árbol de indicadores base 100.
- Gráfico de evaluación del presupuesto.
- Pareto de pérdidas absolutas y recuperables por áreas y a nivel de empresa.

Herramientas: encuesta cualitativa, filtrado de outliers, diagrama de correlación E vs. P, producción equivalente, Diagrama IC vs. P, gráfico de tendencia, base line, gráfico base 100, árbol de indicadores de la empresa, Gráfico de Pareto. Diagnóstico de recorrido a áreas y procesos. Excel y software especializados.

Identificación de las variables de control por centros de costo

En este paso se tienen en cuenta:

- Identificación de variables de control o eventos que impactan la variabilidad de los consumos energéticos en cada centro de costo o subprocesos de los centros de costo de la empresa.
- Taller con operadores de cada turno de trabajo para identificar y validar las variables de control e identificar





acciones, procedimientos o proyectos para el seguimiento o control de las variables identificadas.

- Este proceso se hace en cada centro de costo y a nivel de empresa para las áreas de gestión táctica siguientes: operación, coordinación, mantenimiento, producción.
- Clasificación y reducción de variables, acciones, procedimientos y proyectos.

Herramientas: Identificador de variables de control, Mapa DMAIC Six sigma, Conceptualización, Filtrado de soluciones, Matriz selección de mejoras.

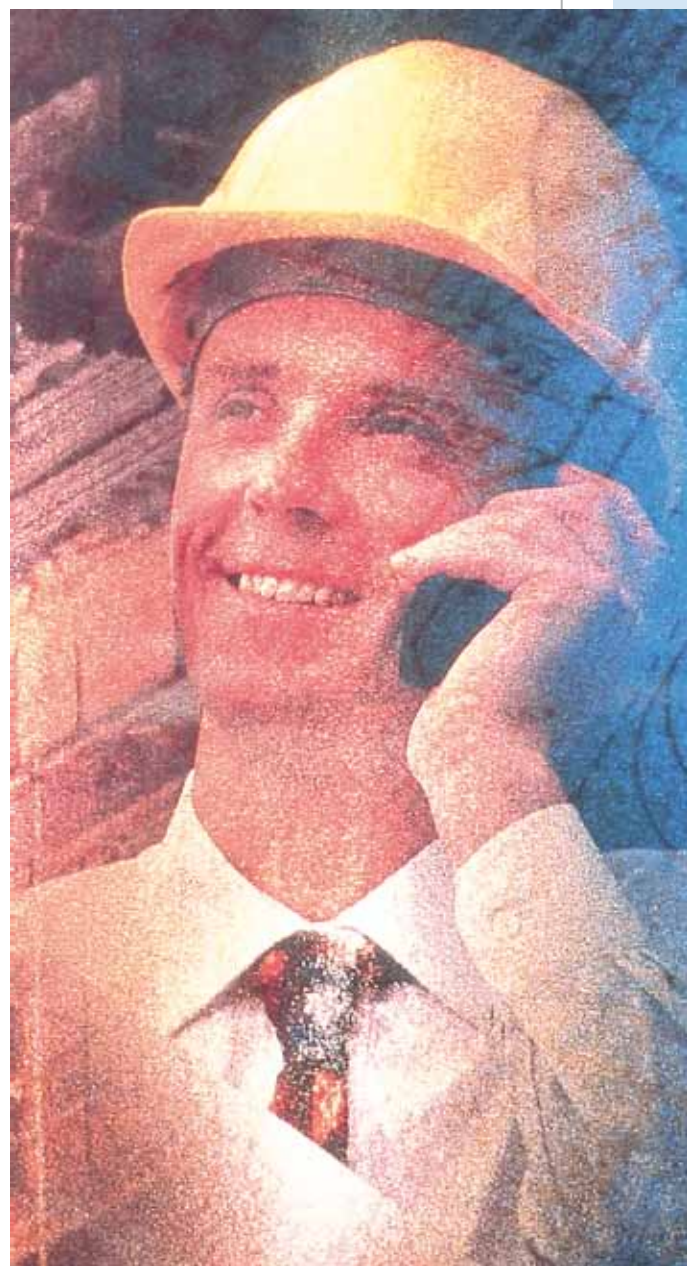
Definición de los sistemas de monitoreo

Consiste en establecer en cada centro de costo el sistema de monitoreo de la eficiencia energética del proceso. Este sistema se compone de: Software o herramienta de monitoreo. Indicadores a monitorear, variables a monitorear, valores estándares, tiempo de monitoreo, gráficos de resultados, reportes de resultados, sistema de información y divulgación de resultados, responsable del monitoreo y equipo de mejora. El equipo de mejora es el que se encarga de analizar los resultados diarios del monitoreo y adoptar las acciones correctivas o preventivas requeridas.

Herramientas: Monitoreo y metas. Registros. Gestión a la vista. Plan de documentación. Plan de monitoreo.

Diagnóstico energético

El objetivo del diagnóstico es identificar las oportunidades, las soluciones y las medidas o proyectos de ahorro ener-





gético en los equipos y procesos claves de la empresa. Para ello se realizan las siguientes actividades:

- Definición de áreas y equipos de diagnóstico.
- Definición de balances de masa y energía y pruebas a equipos y sistemas a realizar. Diagnóstico a los estándares de operación, regímenes de trabajo típicos, nivel de instrumentación, control y automatización, la planeación de la producción, planeación e indicadores del mantenimiento, al estado técnico de los equipos, al nivel de automatización y control, al nivel tecnológico, a los efluentes energéticos y al uso de la energía y el agua.
- Listado de oportunidades clasificadas de: gestión, instrumentación, control y automatización, estado técnico, mejoras tecnológicas, recuperación de energía. Validación de las oportunidades identificadas con especialistas de la empresa.
- Listado de soluciones y medidas correspondientes a las oportunidades clasificadas. Validación de soluciones con especialistas de la empresa.

Herramientas: Métodos de diagnóstico energético, tecnologías de diagnóstico. Balances de masa, energía, exergía y termoeconómicos. Criterio de expertos. Generador de soluciones.

Plan de medidas de uso eficiente de la energía

Dentro del plan de medidas se hace:

- Identificación y valoración técnica, económica, ambiental y financiera de medidas a corto, mediano y largo plazo.
- Clasificación de las medidas sin cambios tecnológicos y con estos.
- Clasificación de medidas por recuperación de la inversión, inversión inicial y tiempo de ejecución.

Herramientas:, Matriz selección de mejoras, Análisis costo beneficio, Análisis económico simple. Métodos de evaluación de impacto ambiental. Modelos de costo de la empresa. Modelos de evaluación financiera.

Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE

La actualización es un proceso fundamental donde se tiene en cuenta lo siguiente:

- Definición o actualización de la entidad colectiva asesora para la gestión energética (Comité, Junta, Equipo de mejora etc.).
- Establecimiento de funciones, responsabilidades y autoridades.

- Definición de la política energética.
- Definición de los Objetivos y sus Metas de consumo y de reducción de pérdidas, definición de proyectos generales asociados a los objetivos, inclusión del SGIE en sistema de gestión gerencial.
- Determinación de actividades, requerimientos y nuevos procedimientos en las áreas de gestión organizacional: ventas, compras, gestión tecnológica, innovación, contabilidad, proyectos, gestión humana, seguridad y salud ocupacional, medio ambiente, procesos gerenciales.
- Establecimiento del Plan de Comunicación del SGIE.
- Establecimiento y registro de los Programas de trabajo: programa de competencias del personal.
- Programa de Mantenimiento dirigido a la eficiencia, programa de buenas prácticas operacionales, programa de innovación y gestión tecnológica, programa de medidas a corto, mediano y largo plazo, programas específicos de cada empresa. (Estandarización de la operación, control de pérdidas, control de impacto ambiental, etc.)

Herramientas: Manuales de gestión empresarial. Herramientas de alineación empresarial. Herramientas de documentación, registro, procedimientos. Herramientas de Planeación y control de procesos.

Preparación del personal

Para esta etapa se debe tener en cuenta:

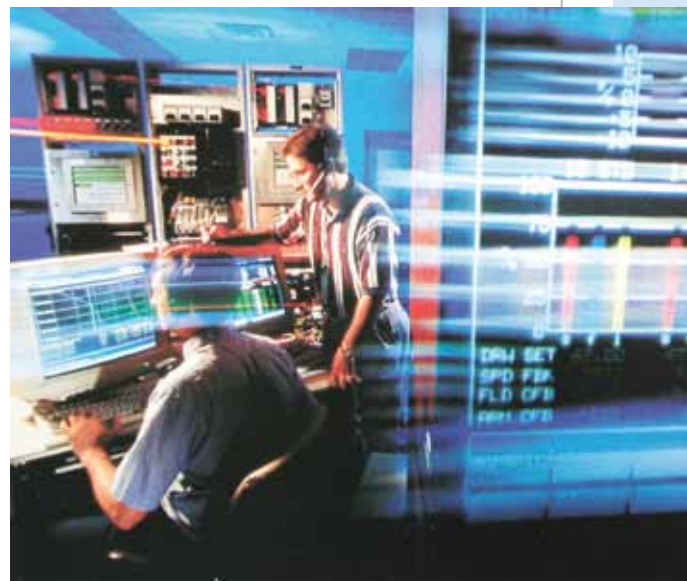
- Identificación del personal clave para el URE de la empresa.
- Identificación de necesidades de competencias del personal.
- Plan de preparación del personal.
- Plan de evaluación de calificación, competencias y de estimulación del desempeño del personal.
- Entrenamiento al personal en buenas prácticas de operación y mantenimiento. Entrenamiento al personal en nuevas metodologías de gerenciamiento energético en la industria.
- Entrenamiento al personal para la comprensión y admi-

nistración del SGIE. Entrenamiento del personal para el autodiagnóstico y mantenimiento dirigido a la eficiencia de los equipos claves.

Herramientas: Plan de recursos humanos. Encuestas. Talleres de actualización.

Elaboración de la documentación del SGIE

Definición del sistema de documentación del SGIE. Establecimiento de Procedimientos, Registros y Manuales.



Procedimientos

- Procedimiento de Comunicación.
- Procedimiento de Control y de modificación de Documentos del SGIE.
- Procedimiento para la Compra de energía.
- Procedimiento para la ejecución de Acciones Correctivas y Preventivas.
- Procedimiento para la Auditoria periódica al SGIE.



- Procedimiento para elaborar Instrucciones de trabajo del SGIE (instrucciones de operación, de mantenimiento, de producción etc.).

Estructura de los procedimientos

- Encabezado.
- Título.
- Objetivos.
- Alcance.
- Responsabilidad.
- Documentación (identificación, recolección, acceso, indexado, clasificación, vigencia, conservación, almacenamiento, disposición).
- Comunicación.
- Método de aseguramiento.
- Otros.

Registros

- Resultados de las revisiones de la Gerencia al SGIE.
- Análisis y decisiones tomadas por la Gerencia sobre modificaciones, expansiones o compra de equipos, sistemas o procesos que impactan significativamente el uso de la energía.

- Evaluación de Ofertas de Proveedores de energéticos.
- Evaluación de los Contratos definitivos de compra de energía.
- Cambios de Procedimientos establecidos.
- Justificación de Acciones Correctivas y Preventivas.
- Resultados de las auditorias al SGIE.
- Actividades de entrenamiento al personal vinculado con la energía.
- Actividades de los equipos de mejora.

Estructura de la documentación de Registros

- Encabezado.
- Título.
- Objetivo.
- Alcance.
- Responsabilidad.

Método de aseguramiento

- Identificación.
- Recolección.
- Acceso.
- Indexado.
- Clasificación.
- Conservación.
- Almacenamiento.

Manual de energía

- Breve información general e histórica de la empresa.
- Visión de la empresa.
- Misión de la empresa.
- Responsabilidad Gerencial.
- Política Energética de la Empresa.
- Objetivos y metas de la Política Energética.
- Organización del SGIE.
- Recursos del SGIE.
- Representante de la Gerencia para el SGIE.
- Revisión por la Gerencia del SGIE.
- Breve descripción del Sistema de Gestión Energética (SGIE).
- Alcance del SGIE.
- Objetivos y metas por áreas del SGIE.
- Manual de procedimientos del SGIE.
- Registros.
- Contenido del Manual del SGIE
- Informe técnico de caracterización energética de la empresa y de cada centro de costo.
- Encuesta de estado actual del sistema de gestión energética.





- Protocolo de compromiso de implementación del sistemas.
- Esquema de medición actual y recomendado.
- Diagrama energético productivo de la empresa.
- Pareto de consumos térmicos y eléctricos por áreas y por equipos.
- Pareto de pérdidas absolutas y recuperables por gestión de la empresa por portador energético primario.
- Tabla resumen de modelos de consumos, índices de consumo, metas, potenciales de ahorro recuperables por gestión de cada área.
- Árbol de indicadores base 100 de eficiencia energética de la empresa por portador energético primario.
- Organigrama de la empresa con la estructura del sistema de gestión integral de la energía propuesto.
- Modelo del control de procesos a nivel gerencial con la inserción del sistema integral de gestión energética propuesto.
- Software o herramienta de monitoreo por centros de costo y a nivel de empresa.
- Procedimiento de monitoreo por centros de costos y a nivel de empresa.
- Tabla de registro y control de variables de control para el uso eficiente de la energía por centros de costo.
- Plan de medidas a corto, mediano y largo plazo clasificadas.
- Actividades de alineación del SGIE en la gestión organizacional.
- Programa de Mantenimiento dirigido a la eficiencia.
- Programa de buenas prácticas operacionales.
- Programa de innovación y gestión tecnológica.



- Programas específicos de cada empresa. (Estandarización de la operación, control de pérdidas, control de impacto ambiental, etc.).
- Plan de preparación del personal.
- Plan de evaluación de calificación, competencias y de estimulación del desempeño del personal.
- Plan de comunicación del SGIE.
- Metodología de la auditoría al sistema.
- Planes de medidas de las auditorías.

Auditoría interna al SGIE

Es fundamental para el inicio de este proceso tener en cuenta los siguientes pasos:

- Establecer la metodología de la auditoría.
- Revisar el cumplimiento de requerimientos.
- Identificar las no conformidades.
- Establecer acciones correctivas y preventivas.
- Hacer seguimiento del cumplimiento de acciones correctivas.

Herramientas: Listas de chequeo, Manual de Energía, Registro de no conformidades. Protocolo de auditoría.

Etapa 3. Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en la Empresa.

Las principales actividades que se realizan en esta etapa son:

- Seguimiento y divulgación de indicadores.
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.
- Implementación de Programas y Proyectos de Mejora.
- Implementación del Plan de Entrenamiento y Evaluación del personal.
- Chequeos de gerencia.
- Ajustes del sistema de gestión.
- Evaluación de resultados. (Durante los 6 meses posteriores a su implementación, dos visitas de asesorías adicionales).

- Herramientas: Gráfico de tendencia, gráfico base 100, Alineación de sistemas. Reuniones de control. Reuniones de mejora. Tecnologías de ajuste y optimización de equipos energéticos y productivos.
- Guía Metodológica de Recursos, Resultados y Registros.

El objetivo de esta guía es facilitar la instalación y operación del sistema a partir de identificar los resultados esperados y los registros requeridos en cada paso de la secuencia anteriormente presentada.

RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

El resumen presentado a continuación pretende sintetizar los resultados esperados a nivel empresarial con la implementación del SGIE. Su objetivo es establecer una lista de chequeo rápida de los aportes al diseño organizacional de la empresa para el uso eficiente de la energía.

- Identifica la magnitud y el alcance de las mejoras en el uso de la energía que pueden obtenerse en la empresa. Identifica y prepara los equipos y el personal clave de la empresa para reducir los costos energéticos.
- Genera las bases cuantitativas y cualitativas para establecer la política, los objetivos y las metas en el uso de la energía de la empresa.
- Permite el control y el análisis de las causas de las variaciones en el consumo y costos energéticos.



- Identifica y justifica el orden en que deben implementarse los Proyectos de baja, media o alta inversión para reducir los costos energéticos de la empresa en forma rentable.
- Identifica, establece y mantiene el desarrollo de buenas prácticas de operación y mantenimiento de los equipos y procesos que usan la energía.
- Identifica, establece y mantiene un programa adecuado de conservación de los equipos de medición y control vitales para el uso eficiente de la energía.
- Eleva y mantiene el nivel de cultura operacional, tecnológica y energética de la organización.
- Establece la estructura técnico-organizativa necesaria para mantener el uso eficiente de la energía.
- Mantiene competente y motivado al personal clave en el uso eficiente de la energía.
- Permite medir el resultado de las inversiones realizadas en la reducción de los costos energéticos.
- Permite una planificación de consumos y de eficiencia en el uso de la energía basada en un ciclo de mejora continua.
- Elimina la posibilidad de improvisación en la compra y manejo de la energía.
- Permite realizar Benchmarking de sus indicadores energéticos con los competidores.
- Reduce los costos de mantenimiento de los equipos y procesos que usan la energía.
- Reduce y controla el impacto ambiental del uso de la energía en la empresa.
- Establece métodos para introducir o actualizar y mantener la vigilancia tecnológica y la innovación dirigida a la eficiencia energética de sus procesos.
- Incorpora a la gestión organizacional interna y externa los elementos necesarios para el manejo integral eficiente de la energía en la empresa.

Todos estos pasos unificados son fundamentales, pero lo más importante es la disposición, disciplina, organización y buena voluntad con que usted y su equipo de trabajo asuman este importante reto que no solo le brindará beneficios a corto, mediano y largo plazo en el campo económico, si no también en cuanto a planeación. ■

CONSULTE NUESTROS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

www.simec.gov.co

www.simco.gov.co

www.siel.gov.co

www.sipg.gov.co

www.siame.gov.co

www.si3ea.gov.co

UPME



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA

“EL SILENCIO ADMINISTRATIVO ANTE LA SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS MINERAS”



Como consecuencia de los estudios y trabajos de exploración, el concesionario, antes del vencimiento definitivo de dicho período, debe presentar para la correspondiente aprobación de la autoridad concedente o el auditor, el Programa de Trabajos y Obras de Explotación el cual se anexará al contrato como parte de las obligaciones.

Existen situaciones jurídicas dentro del derecho minero, que a la interpretación de la norma generan duda y confusión al momento de su aplicación, dando lugar a planteamientos como los que se presentan en este artículo, a efecto de generar controversia jurídica e ir depurando el contenido normativo que comporte una adecuada aplicación del mismo, sin temor a equivocaciones y aprovechando el espacio académico que brinda ésta publicación.

Por: Jairo Enrique Castro Ardila, Asesor Jurídico – Dirección General,
Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.
jairo.castro@upme.gov.co

TRABAJOS Y OBRAS DE EXPLOTACION

Como es bien sabido, como consecuencia de los estudios y trabajos de exploración, el concesionario, antes del vencimiento definitivo de dicho período, debe presentar para la correspondiente aprobación de la autoridad concedente o el auditor, el Programa de Trabajos y Obras de Explotación el cual se anexará al contrato como parte de las obligaciones y que, como mínimo, deberá contener los elementos y documentos relacionados a numerales 1 a 11 del artículo 84 del Código de Minas, los cuales, al tenor de lo contemplado al artículo 47 ibíden, no habrá lugar a modificar, adicionar o agregar otros por disposición de las autoridades. Es así que, los reglamentos, resoluciones, circulares, documentos e instructivos que le señalen o exijan trabajos, estudios y obras de carácter minero distintas, adicionales o complementarias que lleguen a hacer más gravosa sus obligaciones, carecerán de obligatoriedad, dejando incursos, en casual de mala conducta que amerita sanción disciplinaria y responsabilidad civil, al funcionario que las ordene.



Lo anterior significa que, el Programa de Trabajos y Obras de explotación, debe ser presentado conforme a los requisitos exigidos por el Código de Minas y que, al ser anexado al contrato, constituye parte de las obligaciones.

Aprobación del Programa de Trabajos y Obras

Tal y como lo establece el artículo 281 del Código de Minas, una vez presentado el Programa de Trabajos y Obras - treinta (30) días antes de finalizar la etapa de exploración – la autoridad concedente deberá aprobarlo o formular objeciones dentro de los treinta (30) días siguientes, produciéndose el Silencio Administrativo si, transcurrido el término de noventa (90) días siguientes al recibo del Programa de Trabajos y Obras, la respectiva autoridad concedente no se llegare a pronunciar y, por ende, se presumirá aprobado dicho programa, (Art. 284 C. M.).

EL SILENCIO ADMINISTRATIVO

Conforme lo promulga el tratadista ENRIQUE SAYAGUES LASO¹ “Los poderes jurídicos dados a la administración tienen como objeto permitirle cumplir eficientemente sus cometidos. Por lo tanto, sus órganos están en la obligación de proceder conforme a las necesidades del servicio. De ahí deriva, como principio general, el deber de pronunciarse sobre las cuestiones que se le plantean ...”.

De ésta manera, no se puede concebir que en un Estado social de derecho, como es el caso colombiano, quede al



capricho y buen querer de la administración que incumpla con sus obligaciones de resolver y dar respuesta dentro de los términos que tenga establecida la ley a las peticiones que se le presenten.

Es por lo anterior, que tanto autores españoles, italianos y uruguayos han observado que la Ley se encargó de darle efectos a la abstención de la administración con una única finalidad: evitar la arbitrariedad y la injusticia, siendo equiparado de ésta manera, el silencio administrativo al acto administrativo ficto o presunto, aunque, para varios tratadistas,

¹ ENRIQUE SAYAGUES LASO, Tratado de derecho administrativo, t.1, Montevideo, 1963, Págs. 435 a 438.



El artículo 284 del Código de Minas, señala expresamente que: *“Si transcurrido el término de noventa (90) días siguientes al recibo del programa de Trabajos y Obras, la autoridad concedente no se ha pronunciado al respecto, se presumirá aprobado dicho Programa”*.

el silencio administrativo no pasa de ser un valor jurídico que las leyes atribuyen a la abstención de no decidir que no encarna situación volutiva por parte de la administración y que en sí constituye una mera penalización a la administración por su abstención (Tesis del derecho Francés).

En el Derecho Administrativo Colombiano, existe cierta contradicción ya que los artículos 40, 41 y 60 del C. C. A., le atribuyen valor jurídico a la abstención de la administración, mientras que el 135 ibíden, se refiere a los actos presuntos del silencio administrativo.

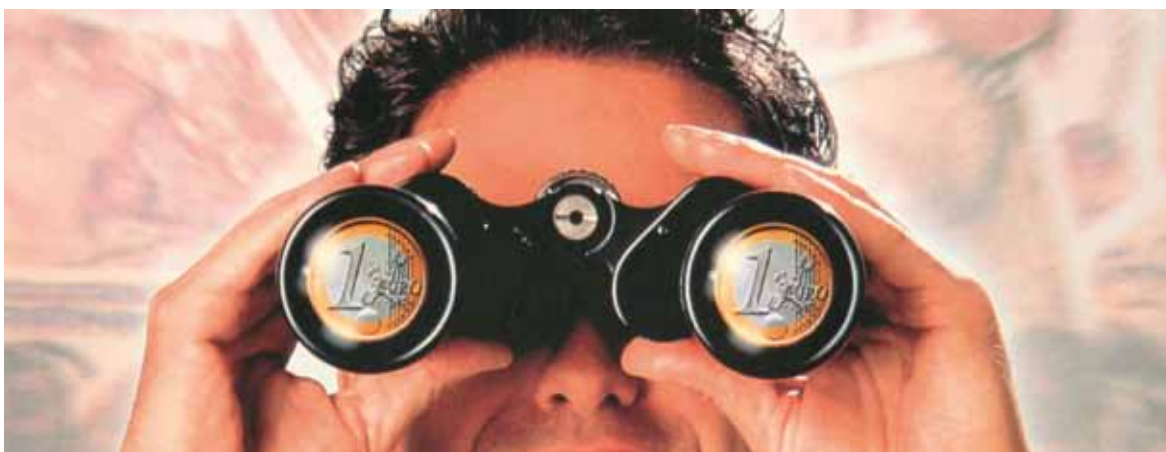
Sin dilucidar más en el tema de origen del Silencio Administrativo, es necesario recordar la existencia de un Silencio Administrativo Negativo (art. 40 C. C. A.) que es la generalidad de los silencios y, un Silencio Administrativo Positivo (art. 41 C. C. A.) que es la excepción y debe de estar plasmada en la norma especial que así lo considere. En el primero de los casos se da a entender que todo silencio de la administración frente a la petición o al recurso genera negativa de la administración (arts. 40 y 60 C. C. A.). En el segundo, la norma deberá indicar previamente cuándo se generan los efectos “solamente en los casos expresamente previstos en disposiciones especiales, el silencio de la administración equivale a decisión positiva.” (art. 41 C. C. A.).

SILENCIO ADMINISTRATIVO EN EL CÓDIGO DE MINAS (Artículo 284)

El artículo 284 del Código de Minas, señala expresamente que: *“Si transcurrido el término de noventa (90) días siguientes al recibo del programa de Trabajos y Obras, la autoridad concedente no se ha pronunciado al respecto, se presumirá aprobado dicho Programa”*.

Del anterior contenido es clara la existencia del fenómeno jurídico conocido en el Derecho Administrativo Colombiano, como el SILENCIO ADMINISTRATIVO POSITIVO.

Teniendo en cuenta lo anterior, si el programa de trabajos y obras, es presentado, dentro de los términos de que trata el artículo 281 del Código de Minas, es decir, treinta (30)



días antes de finalizar la etapa de exploración y la autoridad concedente no ha resuelto si aprueba o no el plan de trabajos y obras transcurrido el término de los noventa (90) días siguientes al recibo del Programa, éste se entiende aprobado.

Ahora, operando el silencio positivo, por ende, la aprobación del programa de trabajos y obras, al no haberse pronunciado expresamente la autoridad minera, se está ante un acto administrativo ficto o presunto, que reconoce una situación jurídica particular o derecho subjetivo a una persona.

Efectos del Silencio administrativo positivo contenido en el artículo 284 del Código de Minas

Partiendo de la base de la configuración de un derecho subjetivo en razón y por motivo de los efectos jurídicos causados por la abstención de la administración obligada de pronunciarse ante la petición del interesado es del caso considerar algunos aspectos que dan lugar a precisiones, veámos:

Al considerar la autoridad minera, que se omitieron en el programa; obras, instalaciones o trabajos señalados como indispensables para la eficiente explotación, y formule objeciones con posterioridad al vencimiento del plazo para resolver la solicitud de aprobación del programa de trabajos y obras, y operado el silencio administrativo, se pueden presentar los siguientes casos:

- a. Que ante el requerimiento de la autoridad minera, el interesado presente las correcciones y adiciones, generándose una concertación entre la autoridad minera y el interesado, lo cual hace que esta actuación posterior al silencio positivo, es decir, las correcciones o adiciones que haga el interesado al programa de trabajos y obras con base en los requerimientos de la autoridad minera, habilite los términos para que la administración se pronuncie sobre la aprobación o no del programa presentado. De aprobarse el programa de trabajos y obras con las modificaciones presentadas, éste hace parte de las obligaciones del contrato de concesión.
- b. También se puede presentar que ante dicho requerimiento de la autoridad minera, el interesado invoque el silencio administrativo positivo en los términos del art. 42. del C. C. A. *“La persona que se hallare en las condiciones previstas en las disposiciones legales que establecen el beneficio del silencio administrativo positivo, protocolizará la constancia o copia de que trata*

el artículo 50, junto con su declaración jurada de no haberle sido notificada una decisión dentro del término previsto. La escritura y sus copias producirán todos los efectos legales de la decisión favorable que se pidió, y es deber de todas las personas y autoridades reconocerla así. ...” o, teniendo en cuenta la reiterada jurisprudencia del H. Consejo de Estado, solamente invoque el Silencio administrativo concediendo la carga de la prueba en contrario a la administración..

- C. Que se dé alguno de los elementos consagrados al artículo 73 del C. C. A., para adelantar el procedimiento de la Revocatoria Directa de dicho acto ficto o presunto consecuencia de los efectos del silencio administrativo positivo.

REVOCATORIA DIRECTA

El acto ficto o presunto generado del silencio administrativo positivo, podrá ser objeto de revocatoria directa dentro de las previsiones señaladas a los artículos 71, 73 y 74. del C. C. A.

El inciso segundo del artículo 73 del C. C. A., indica que: “... *Habrá lugar a la revocación de esos actos, cuando resulten de la aplicación del Silencio administrativo positivo, si se dan las causales previstas en el artículo 69, o si fuere evidente que el acto ocurrió por medios ilegales. ...*”.

El artículo 69 del C. C. A., señala que los actos administrativos se deben revocar directamente:

- 1) Cuando sea manifiesta su oposición a la Constitución Política o a la ley;
- 2) Cuando no estén conformes con el interés público o social, o atenten contra él;
- 3) Cuando con ellos se cause agravio injustificado a una persona.

Mandatos Constitucionales desarrollados por las reglas y principios del Código Minero.

Como reglas y principios de la Constitución Nacional, el Código de Minas tiene en cuenta entre otros artículos, lo dispuesto en el artículo, 80, el párrafo del artículo 330 y el artículo 334.

“ARTICULO 80. *El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.*

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”.

“ARTICULO 330.

PARAGRAFO. *La explotación de los recursos naturales en los territorios indígenas se hará sin desmedro de la*





integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas. En las decisiones que se adopten respecto de dicha explotación, el Gobierno propiciará la participación de los representantes de las respectivas comunidades.”

“ARTICULO 334. *La dirección general de la economía estará a cargo de Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.*

El Estado, de manera especial, intervendrá para dar pleno empleo a los recursos humanos y asegurar que todas las personas, en particular las de menores ingresos, tengan acceso efectivo a los bienes y servicios básicos. También para promover la productividad y la competitividad y el desarrollo armónico de las regiones.”

En las anteriores condiciones, la administración se vería frente a la necesidad de tramitar una revocatoria directa de conformidad con el inciso 2º del art. 73, del C.C.A., el cual indica que es posible revocar los actos administrativos de contenido subjetivo o particular y concreto, cuando resulten del silencio positivo, si se dan las causales previstas en el art. 69, o si fuere evidente que el acto ocurrió por medios ilegales, siendo uno de los caracteres propios del acto adminis-



trativo, con miras asegurar el principio de legalidad, el mérito o conveniencia de la medida que garantice la satisfacción y prevalencia del interés público o social.

CONCLUSIONES

Es de tenerse en cuenta que para la aprobación del programa de Trabajos y Obras, únicamente pueden ser exigidos los requisitos contemplados en el Código de Minas, que no está dando a la autoridad minera facultad para reclamar trámites diferentes que hagan gravosas las obligaciones de los mineros, máxime si se tiene en cuenta que el programa de trabajos y obras, forma parte de las obligaciones del contrato de concesión.

De lo anterior, es de analizar, si lo pedido por la autoridad minera evidencia la carencia o deficiencia de alguno de los aspectos requeridos en el artículo 84 del Código de Minas, con el fin de garantizar normas constitucionales o, simplemente, son aspectos que lejos están de lo contemplado en un programa de trabajos y obras.

Si es lo primero, le asiste razón a la autoridad minera iniciar el incidente de revocatoria directa, toda vez que al haberse generado la figura del silencio administrativo positivo, al no dar respuesta oportuna la administración, no puede ser argumento para que ese acto administrativo ficto o presunto, que no cumple con los requisitos constitucionales y legales, y por ende contractuales, al tenerse como obligaciones del contrato de concesión, no pueda ser objeto de revisión por la autoridad minera.

En el segundo de los casos, no sería viable entrar a modificar situaciones que han dado lugar a derechos subjetivos propios de la relación generada mediante un contrato de concesión y que constituye garantía y seguridad jurídica a las partes.

Estos y otros aspectos, ameritan su estudio y consideración en el propósito de reforma al Código de Minas que se encuentra en curso o, al menos, de una adecuada interpretación y aplicación de su contenido. ■



CARTILLAS URE



A través de estas cartillas, Usted podrá consultar los elementos a tener en cuenta para realizar un uso racional de la energía en lo concerniente a iluminación residencial, alumbrado público exterior y alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas.

OXICOMBUSTIÓN: EN PRO DEL MEJORAMIENTO AMBIENTAL



Considerada como una buena opción tecnológica para la captura y almacenamiento de CO₂ en generación eléctrica.

Este documento resume una propuesta estrictamente conceptual de los criterios básicos de oxidación, particularmente asociada al potencial para el mejoramiento integral del uso de los recursos energéticos y ambientales. El objetivo es presentar una introducción que resalte la importancia de esta tecnología en el contexto nacional, así como sus características principales, ventajas, desventajas y potencial de aplicación.

Por: **Ciro Serrano Camacho**, Profesional Especializado, Subdirección de Planeación Energética, Unidad de Planeación Minero Energética – UPME.
ciro.serrano@upme.gov.co

Generalidades, avances, comparaciones e insumos asociados

El desarrollo de la oxidación inició a partir de 1940; fecha a partir de la cual muchos avances se han gestado, en orden cronológico, éste proceso ha evolucionado de la siguiente manera:

- i) 1940 – 1950, aplicaciones de alta temperatura, como corte de metales y soldadura, ii) 1960 – 1970, mejora de la producción de vidrio, cemento, aluminio, etc., iii) 1980 – 1990, ahorro en procesos de incineración, acero, cobre y recuperación secundaria de petróleo, iv) 1990 – 2000, reducción de NO_x y v) desde 1990 hasta hoy, control de emisiones de CO₂.



- La adopción del proceso de combustión cuando se reemplaza aire - que contiene aproximadamente 21% vol. de oxígeno- por oxígeno con concentración 100% vol., ha necesitado ajustes significativos para el manejo de la cinética de la reacción y para la articulación de sinergias multidisciplinarias, que van desde el almacenamiento geológico de CO₂ y la gasificación del carbón, hasta la separación del aire mediante procesos por membranas. Este proceso consiste básicamente en la separación del nitrógeno y oxígeno del aire mediante tamices moleculares, mientras que el proceso criogénico convencional hace esta separación mediante licuefacción del aire (proceso criogénico, que es a temperatura muy baja) y posterior destilación para separación de los componentes nitrógeno y oxígeno.
- En materia de avances, se ha logrado concluir el diseño y operación de plantas piloto que predicen costos de producción apenas viables, pero que según sea el desarrollo de la valoración de los impactos ambientales negativos derivados de la combustión y de la dinámica de los precios de la canasta energética, la oxicomustión podría ser una opción comercial de generación eléctrica limpia.
- En este sentido, la oxicomustión con producción de oxígeno in situ, podría ampliar su aplicación a la pequeña y mediana industria en calderas y en autogeneración, particularmente cuando exista el soporte de una legislación ambiental que valore los impactos negativos que originan las emisiones de NO_x, SO_x, y que pueda articularse a clusters energéticos y proyectos sombrilla MDL.
- El programa de investigación y desarrollo propuesto en 2002 por la IEA (Internacional Energy Agency) sobre GEI (gases de efecto invernadero), apunta a la necesidad de optimizar la aplicación de criterios técnicos como i) relación óptima de recirculación de gases de combustión, ii) características de la llama y perfil de coeficientes de transferencia de calor, para el diseño de quemadores y calderas, iii) efecto del ingreso del aire sobre la concentración de CO₂ en los gases de combustión, iv) proce-



samiento del carbón como insumo intermedio, v) formación, manejo de cenizas, escoria y taponamientos, v) emisión de NO_x, SO_x, material particulado y trazas de metales, así como vi) producción de oxígeno y procesamiento de CO₂.

- La oxicomustión permite quemar el gas combustible a temperatura más alta lo cual está articulado con una mejor eficiencia térmica y el gas de combustión será CO₂ exento de NO_x; pero el contenido de SO₃ es entre tres o cuatro veces superior al que genera la combustión con aire.

La tecnología de separación con membranas, ITM (ion transport membrane), se aplica en plantas grandes de fraccionamiento de aire y en complejos integrados con sistemas de generación de potencia. El costo del proceso IGCC se reduce 7%, la eficiencia de la planta aumenta 2% con más de 35% de ahorro en el costo de energía para la producción de O₂.



Por ejemplo, una planta ITM integrada con un proceso IGCC (integrated generation with combined cycle) puede reducir la inversión necesaria para la separación de aire más el requerimiento de potencia, en más de una tercera parte por cada ítem, comparado con la vía criogénica de obtención de oxígeno.

Oxígeno

El costo de producción de oxígeno está disminuyendo al reemplazar el proceso criogénico convencional de fraccionamiento de aire líquido por fraccionamiento del aire en estado gaseoso mediante procesos de membrana, tales como los tamices moleculares, que son una alternativa con mejor eficiencia energética que afecta la eficiencia global de la termo generación. Para las dos opciones, la concentración de oxígeno 100% vol. para la oxicomustión puede considerarse condición de primer orden, en el sentido que se optimiza a medida que se aproxima a ese valor, particularmente por su efecto en la disminución de la lluvia ácida que generan los NOx. El subproducto nitrógeno como gas inerte, que resulta de producción de oxígeno, también puede mejorar el balance económico del proceso.

Diversidad de las aplicaciones

Progresivamente los proyectos de oxicomustión se han fortalecido mediante opciones complementarias con proyectos de i) MDL –mecanismos de desarrollo limpio- para almacenamiento geológico de CO2 que proviene de la termo generación, ii) eficiencia energética, iii) disminución de emisiones



de SO₃, iv) obtención de CO₂ como subproducto EOR, (enhance oil recovery) y como refrigerante para transporte de alimentos y efervescencia en bebidas, previa licuefacción y solidificación del CO₂, v) gasificación de carbón e integración con la obtención de combustibles líquidos como diésel y gasolinas con contenido de azufre cercano a cero.

Por otro lado, La obtención del gas de síntesis (CO + H₂) para la producción de hidrógeno a partir de hidrocarburos y vapor de agua se puede integrar con CCS (coal carbon storage) que es la captura y confinamiento geológico de CO₂ y con su aplicación con refrigerante.

Características básicas y principales ajustes para el mejoramiento continuo del proceso

Durante el proceso de oxidación se hicieron algunos ajustes que a continuación se enumeran:

1. La menor turbulencia que ocasionaba la disminución del volumen de gases en el proceso de la oxidación y la consecuente ineficiencia energética por la disminución del coeficiente global de transferencia de calor, se ha corregido aumentando el caudal de gases en el quemador con la recirculación de los gases de combustión.
2. Es conveniente integrar la oxidación con esquemas de autogeneración que utilicen turbinas a gas como generador de potencia, e integrado con calderas generadoras de vapor que utilicen gases de combustión de la caldera a gas.



3. En el ambiente muy oxidante de este proceso, la producción de SO₃ llega a ser tres o cuatro veces superior al de combustión con aire, por lo cual es necesario más investigación de la cinética química, de la metalurgia de los equipos y del control de producción, lo cual se está centrando en el control del punto de rocío del SO₃ para disminuir la corrosión con el ácido sulfúrico que se forma al hidratarse el SO₃
4. A partir de la combustión de carbón pulverizado en lecho fluidizado circulante y burbujeante aplicado a la gasificación de carbón integrada con termo generación y ciclo combi-

nado, la oxicom bustión se constituye en una alternativa tecnológica de primera generación de procesos productivos que se aproximan a cero emisión de CO₂.

5. La eficiencia de la oxicom bustión está asociada con un grado muy significativo a CCS, que puede implementarse mediante las siguientes opciones: i) a partir de los gases de combustión como en los procesos convencionales de producción de CO₂ líquido y sólido, ii) mediante pre captura de carbono como CO₂ antes de la combustión, para lo cual se necesita gasificar el combustible con aire y vapor de agua, para producir CO más H₂, posteriormente oxidar el CO a CO₂ y separar éste mediante procesos convencionales de absorción con soluciones de MEA (mono etanol amina) o DEA (di etanol amina). La mezcla CO + H₂ se puede utilizar como materia prima energética, para la industria química o para la síntesis de combustibles líquidos, particularmente diésel y gasolina, mediante el proceso Fischer-Tropsch, y iii) mediante la oxicom bustión para producir sólo CO₂ como gas de combustión.

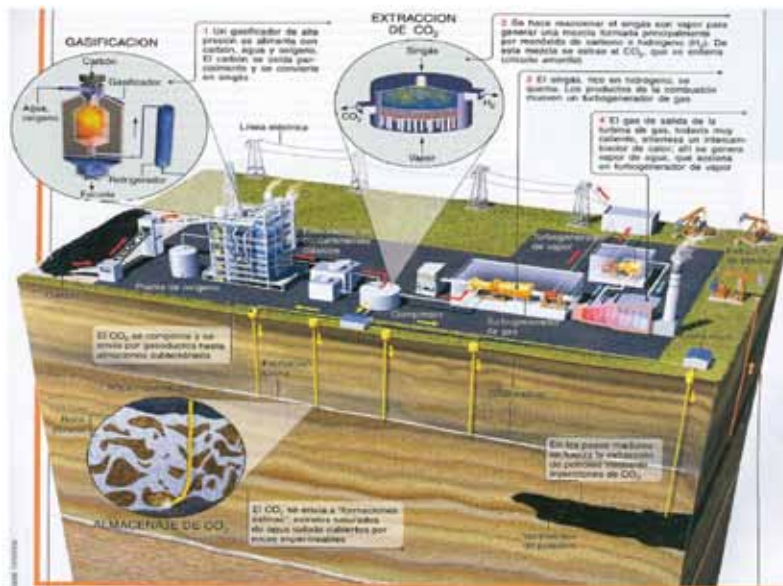
Otras aplicaciones significativas

El análisis de las consideraciones anteriores, presenta la oxicom bustión como una alternativa tecnológica flexible, cuyo objetivo principal es la termo generación. En este contexto los proyectos de oxicom bustión apuntan a mejorar la eficiencia energética y ambiental mediante su integración con diversos criterios de integración tecnológica en clusters energéticos e industriales, tales como la inyección de CO₂ a pozos petroleros, la producción de vapor de agua y el diseño de procesos MDL de CCS.

Por otra parte, en el diseño y operación de los usos que requieran el transporte del CO₂ por tubos para EOR, no ha presentado un obstáculo de consideración especial; un ejemplo es Estados Unidos, donde existen más de 3 000 km de gasoductos a alta presión para CO₂ para uso en campos petroleros. También, para otras aplicaciones, el CO₂ en fase líquida se puede transportar en barcazas.



CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CO₂ A TRAVÉS DE OXICOMBUSTIÓN



Fuente: Captura y almacenamiento de CO₂ a partir de la oxicomustión. C. Dopazo, Universidad Pontificia de Comillas, España, 2006.
<http://www.upcomillas.es/catedras/crm/descargas/2006-2007/seminario%2027.11.2006-dopazo.pdf>

Algunos alcances y contextos puntuales

Aunque el objetivo de la oxicomustión está centrado en la termo generación, su proyección a la mediana y pequeña industria debe analizarse desde la óptica sombrilla aplicada a pequeños contextos de generación y usos locales, para operación en estado continuo, principalmente integrada con turbinas a gas, lo que evita costos de almacenamiento e ineficiencias propias de los procesos por cochada.



Características tecnológicas, ventajas y desventajas de equipos y procesos

Entre las ventajas que ofrece este proceso se cuentan: i) los quemadores son más bien convencionales, ii) se pueden diseñar calderas compactas con menor volumen de recirculación de gases de combustión, iii) el incremento del tiempo de residencia y el menor tamaño de las plantas de oxicomustión -debido al menor volumen de gases que maneja- hace más eficiente la desulfuración de SOx, como también una disminución significativa del mercurio elemental en los gases de combustión, lo cual es muy importante comparado con las costosas tecnologías para la remoción de este mercurio.

Como desventajas se tienen: la falta de confiabilidad; ejemplo de ello es : i) sólo existe un proyecto de 30 MW que se está implementando, en Vattenfall, Alemania, ii) el alto costo de la producción de oxígeno, pero están en curso los proyectos de producción de oxígeno mediante tamización molecular, con menor consumo energético y iii) la economía de escala según la capacidad de las turbinas a gas, es particularmente significativa y existen dudas sobre su comercialización masiva y, finalmente, iv) las incertidumbres comunes a todos los proyectos que utilizan nuevas tecnologías, como recursos presupuestales, calificación crediticia y dificultad para diseñar estrategias de impulso, entre otras.

Respecto a esta temática, las tecnologías de plantas térmicas con oxígeno enriquecido, en el caso de una planta de 500 MWe, para oxicomustión requieren una inversión de capital similar a la de una planta de combustión con aire,



incluyendo los procesos de control de contaminantes, además que el costo de operación con oxícombustión es un poco superior a la operación con aire. Para plantas pequeñas, debido a la economía de escala favorable, el costo de generación eléctrica con oxícombustión es menor que la combustión con aire.

Referentes históricos y tecnológicos, potencial energético y MDL

Entre los resultados recopilados de la información disponible, se tienen:

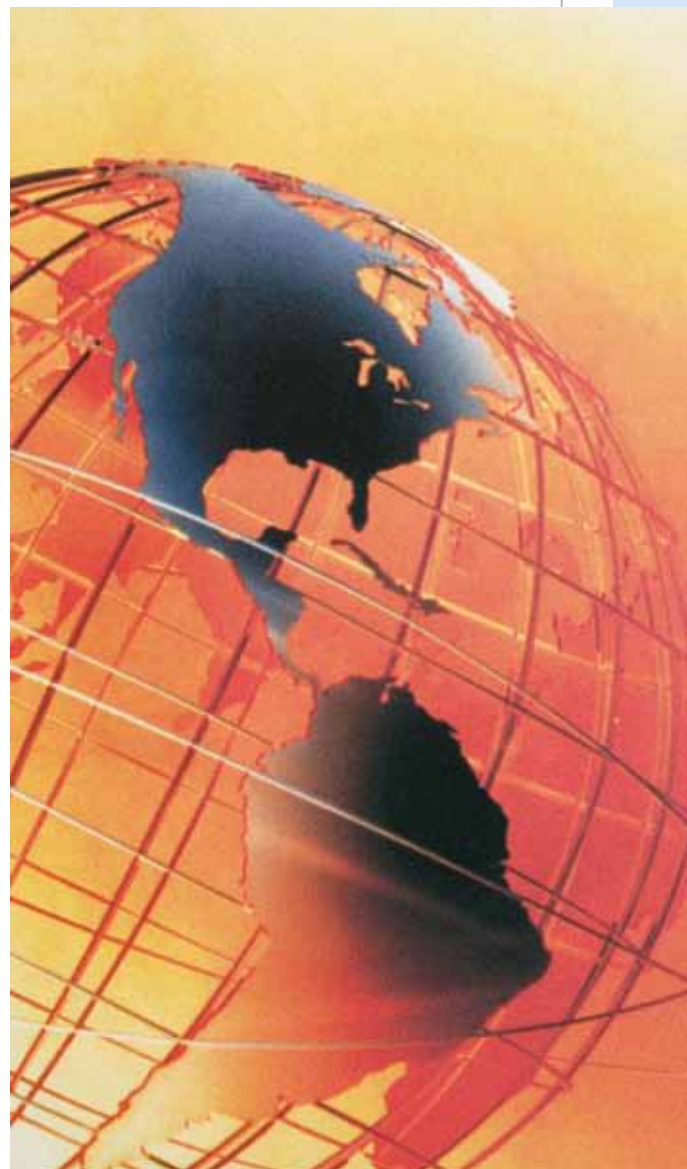
- La comprobación de la factibilidad técnica de reconversión de la fase gaseosa en la combustión, de operación con aire a operación con oxígeno,
- Disminución del volumen del gas seco, que se reduce en más de 90%, lo cual reduce el costo de la purificación del CO₂,
- La emisión de NO_x se reduce entre 60% y 70%, de 0.30 lb/Mbtu a 0.08 lb/Mbtu, y
- El coeficiente global de transferencia de calor permanece sensiblemente igual, lo cual es una buena base para los diseños de acondicionamiento de plantas termoeléctricas convencionales.

Algunos costos del proceso general

Cuando se utiliza carbón pulverizado, que es otra opción de oxícombustión, Los costos aproximados para este tipo de plantas, están en el orden de:

- Captura de CO₂, U\$30/t de emisiones evitadas.
- Transporte y almacenamiento, U\$5 - 15/t CO₂.
- La suma de los dos ítems anteriores puede ser negativa si el CO₂ se utiliza para EOR (Enhance oil recovery).

Como punto de referencia, para plantas de cemento y centrales térmicas, los costos pueden ser similares, y presentan estas características: i) Alta concentración de CO₂ y ii) menor



sensibilidad a la economía de escala. En general, según la IEA (International Energy Administration), se necesita mayor trabajo detallado para evaluar los costos; y en este sentido, está planeando un estudio para evaluar los costos de las tecnologías y captura en las plantas de cemento: se espera que con estos resultados se genere una sinergia importante que aporte referencia significativa para la evaluación de los proyectos de oxícombustión.



A manera de resumen conceptual

Acogiendo el concepto de varios artículos, se afirma que “La oxidación es considerada como una buena opción tecnológica para la captura y almacenamiento de CO₂ en generación eléctrica”. En este sentido, el desarrollo riguroso de la ingeniería conceptual de cada idea de proyecto, debe incluir el análisis y estimación de parámetros y variables comunes a cualquier evaluación de proyectos químicos y energéticos, particularmente asociados con: i) la existencia o el potencial de desarrollo de clústeres en el entorno del proyecto, ii) el marco jurídico, y iii) los escenarios de proyecciones y caracterización de la oferta y demanda de energéticos y de productos químicos, entre otras consideraciones que varían de acuerdo a la planeación establecida, el presupuesto y el equipo humano con el que se cuenta. ■

BIBLIOGRAFÍA

CCS

Development in carbon capture technologies for power generation.- Stanley Santos, IEA greenhouse gas R&D programme, November 2007.

http://www.iaqm.co.uk/text/Resources/Developments_of_carbon_capture_technologies_for_power_generation.pdf

CO₂ capture and storage.- Sally M. Benson and Franklin M. Orr, Jr. (Stanford University, USA), April 2008

http://www.mrs.org/s_mrs/bin.asp?CID=12527&DID=208646

CO₂ capture and storage: The economic cost.- The oil drum: Europe

<http://europe.theoil drum.com/node/2802>

CO₂ capture at cement kilns.- John Davison; IEA greenhouse gas R&D programme, September 2006

<http://www.iea.org/textbase/work/2006/cement/Davison.pdf>

Overview of CO₂ capture technologies.- John Davison; IEA greenhouse gas R&D programme, Finland, September 2006



http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/ClimBus/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Seminaarit/Vaasa_14.9.2006_IEA_GHG/JOhn_Davison.pdf

Promising results with the oxy-fuel CO₂ capture technology – Novel research presented at Chalmers University of Technology, USA, October 2007

http://www.vattenfall.com/www/co2_en/co2_en/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/585619groupsitex/592952onex/606889rxxx/816812grou/P02.pdf

Estado del arte

State of the art of oxy-coal combustion technology for CO₂ Control from coal-fired boilers.- The Babcock & Wilcox Company, 2007

http://www.icac.com/files/public/B&W_Br_1793_Farzan.pdf

State of the art of oxy-coal combustion technology for CO₂ control from coal-fired boilers ¿Are we ready for commercial installation?, Cagliari, Italy, May 2007

http://www.iea-coal.org.uk/publishor/system/component_view.asp?LogDocId=81745&PhyDocId=6392

Demonstration study of high sulfur coal combustion in oxygen enriched flue gas, November 1992. Dr. Ovidiu Marin, Air Liquide.

<http://www.icci.org/02final/01us1.pdf>

Producción de hidrógeno a partir del carbón

Coal may lead way to hydrogen economy. Sandia National Lab., USA, 2006

<http://www.sandia.gov/news/resources/releases/2006/comb-research-auto/clean-coal.html>

Coal-based oxy-fuel system evaluation and combustor development, Clean energy systems, USA

<http://www.tu-freiberg.de/~wwwiec/conference/conf07/pdf/P13.pdf>

Zero emission fossil fuel power plants - Country profile – Italy – May 2008

<http://www.google.es/search?hl=es&q=Zero+emission+fossil+fuel+power+plants+-+Country+profile+%E2%80%93+Italy+&btnG=Buscar+con+Google&meta=>

Producción de oxígeno, CTL y otras tecnologías

Non-cryogenic oxygen production technology using ion-transport membranes, USA, 2007
http://aiche.confex.com/aiche/2007/preliminaryprogram/abstract_87544.htm

CO2 selective membranes for carbon capture in water-gas-shift reactions
http://aiche.confex.com/aiche/2007/preliminaryprogram/abstract_90469.htm

Coal in sustainable development. Oxy-fuel combustion. Australian black coal utilisation research limited 2002 - 2008
<http://www.ccsd.biz/factsheets/oxyfuel.cfm>

Oxy combustion for CO2 capture reducing utility coal fired boiler's emissions to nearly nothing.- Keith B. Rivers, PEng, 2006 Babcock & Wilcox, Canada
http://www.nrcan.gc.ca/es/etb/cetc/combustion/co2network/pdfs/ontario_ccs_rivers.pdf

Zero emissions coal fired power generation technologies. Dr Andrew J Minchener, IEA clean coal centre, UK.
http://www.iea.org/Textbase/work/2007/neet_beijing/Minchener_Zero_Emission.pdf

356,000 entradas a portales web sobre oxycombustion
<http://www.google.es/search?q=oxy+combustion&hl=es&start=120&sa=N>

GTI gasification and gas processing R&D program; Asertti 2007
<http://www.asertti.org/events/winter/2007/presentations/day2/03-Bush.pdf>

Análisis y evaluación técnica y económica de la producción de combustibles líquidos a partir de carbón para el caso colombiano – UPME – ANH. Bogotá
<http://www.upme.gov.co/Index3.htm>

Target areas for CCS R&D and demo initiatives; Krakow, February 2007
http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/gp/gp_events/krakow_09feb07/ermida_en.pdf

<http://www.upcomillas.es/catedras/crm/descargas/2006-2007/seminario%2027.11.2006-dopazo.pdf>

www.ozone.unep.org/Meeting_documents/oewg/28oewg/

WWW.UNEP/CHW.9/20

Sector energético, refrigeración y halones, con información sobre Colombia, mayo de 2008:

Study on the Collection and Treatment of Unwanted Ozone-Depleting Substances in Article 5 and Non-Article 5 Countries; prepared by ICF International
http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/oewg/28oewg/ICF_Study_on-Unwanted_ODS-E.pdf

Sector energético. Después de 1998 las revisiones han sido mínimas:

United Nations Environment Programme.- Inventory of Worldwide PCB Destruction Capacity.- First Issue, December 1998; Prepared by UNEP Chemicals in co-operation with the Secretariat of the Basel Convention

<http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/pcbprt.pdf>



Usted puede consultar nuestras publicaciones en

www.upme.gov.co

PREDICCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA



A través de redes neuronales artificiales programadas en hojas de cálculo Excel de Microsoft se pueden realizar predicciones de consumo de energía.

Se realiza una predicción del consumo de energía, usando una red neuronal artificial de múltiples capas, programada en una hoja de cálculo de Excel de Microsoft. La metodología de aprendizaje de esta red neuronal está basada en las herramientas de optimización de Excel lo cual disminuye los requerimientos computacionales del modelo.

Por: Haider Enrique Amaranto Sanjuán, Profesional Especializado, Subdirección de Planeación Energética, Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.
haider.amaranto@upme.gov.co

La predicción por medio de Redes Neuronales Artificiales (RNA), es una metodología ampliamente utilizada para predicción de variables estocásticas por su capacidad de modelar funciones no lineales y hacer predicción comprendiendo factores estacionales, cíclicos y de tendencia (1), en este artículo se mostrará la potencialidad de este método de predicción, en una primera fase de estudios y pruebas, con el fin de analizar su inclusión dentro de los métodos de pronóstico de demanda en la UPME.

Las RNA son modelos matemáticos basados en la organización y funcionalidad del sistema nervioso biológico. Se componen de un determinado número de elementos de procesamiento de información denominados neuronas, los cuales están interconectados entre sí, para transmitirla luego de un proceso de tratamiento de la misma (2). En (3) se presenta información básica del proceso de transmisión de información entre neuronas.



Existen diferentes tipos de RNA dependiendo de la estructura de la red y las funciones de transferencia:

- (i) Las RNA tipo Perceptrón consisten en una neurona con múltiples entradas ponderadas por su relevancia en la decisión de salida. La salida es bivalente y depende de la suma de las entradas, por lo que debe definirse previamente un umbral de activación de la neurona.
- (ii) Las RNA tipo Adaline son similares a la Perceptron pero difieren en la salida. La neurona aplica una función matemática a la suma de entradas ponderadas, por lo que la salida es una función continua.
- (iii) Las RNA tipo Backpropagation son redes multicapa, lo cual significa la ampliación del campo de aplicación de las RNA, de solo problemas linealmente separables. Las RNA Backpropagation es una red de aprendizaje supervisado, que emplea un ciclo propagación – adaptación de dos fases. Un proceso progresivo desde las entradas de la red hasta las salidas, y luego con el error obtenido con respecto a una señal deseada, inicia el proceso

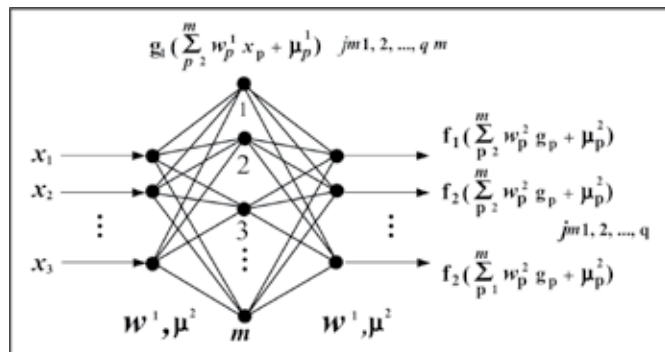
regresivo desde la salida hacia la entrada donde se actualizan los valores de los pesos en cada neurona.

- (iv) Las RNA de Aprendizaje Asociativo son redes con aprendizaje no supervisado, por lo que las actualizaciones de los valores de los pesos no se realiza con respecto a una señal deseada.
- (v) Redes Competitivas, donde las neuronas compiten y cooperan unas con otras y solo una de ellas, o una por cada grupo se activa por alcanzar el valor de respuesta máximo quedando las demás anuladas y siendo forzadas a sus valores de respuesta mínimos.
- (vi) Redes Recurrentes, que tienen un comportamiento dinámico presentando conexiones de realimentación.

Las RNA y las series de tiempo tradicionales han sido comparadas en muchos estudios (4), (5), (6) y (7). En (6) se encontró que las RNA fueron inferiores a los modelos estadísticos de Holt, Brown y el Mínimo Cuadrático para datos anuales pero comparables para datos trimestrales. En (4) y (7) se encontró que en las series de tiempo de larga historia, los modelos de RNA y Box-Jenkins producen resultados comparables, sin embargo, para series con corta historia se encontró que las RNA son superiores a Box-Jenkins. En (1) se pueden ver otros muchos estudios que demuestran que esta metodología es muy interesante y merece ser tenida en cuenta dentro de los modelos de predicción que utiliza la Unidad de Planeación Minero Energética.



La red que se usará en este estudio es una red multicapa como la de la figura 1 con una capa de entrada, dos ocultas y una salida. Los pesos fueron determinados por medio de las herramientas de optimización de Excel de Microsoft, que es un software ampliamente utilizado internacionalmente y es usado en la Unidad de Planeación Minero Energética en el tratamiento matemático y estadístico de datos.



Gráfica 1. Red Neuronal Multicapa

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Arquitectura de la red

En este estudio se utilizará una red de cuatro capas, una de entrada, dos ocultas y una de salida, similar a la que se muestra en la figura 1. La capa de entrada varía entre una y dos neuronas según el caso de estudio como se verá más adelante. La capa de salida contará con solo una neurona porque el modelo solo predice una variable, la demanda. Se consideraron dos capas ocultas ya que esto garantiza, por lo menos en teoría, que se pueda representar cualquier función (8). Las funciones de transferencia para todas las neuronas es la función sigmoïdal cuya ecuación se muestra en la ecuación [1].

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad [1]$$

Donde x es la suma ponderada de todos los valores de entrada de la neurona.

Regla de aprendizaje

Para iniciar el entrenamiento de la RNA Multicapa se tiene un patrón de entrenamiento con e datos historiales como se describe en la ecuación [2]. Por lo tanto, e representa la cantidad de datos que generalmente es el número de unidades de tiempo de los que se tiene información (información en horas, días, meses, etc.).

$$E = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_e \end{bmatrix} \quad [2]$$

Donde E es el conjunto de información de entrada.

Las neuronas transmiten esta información desde la capa de entrada a la primera capa oculta, quien a su vez produce una salida dada por la ecuación [3]. La función de transferencia de la neurona corresponde a una función sigmoïdal.

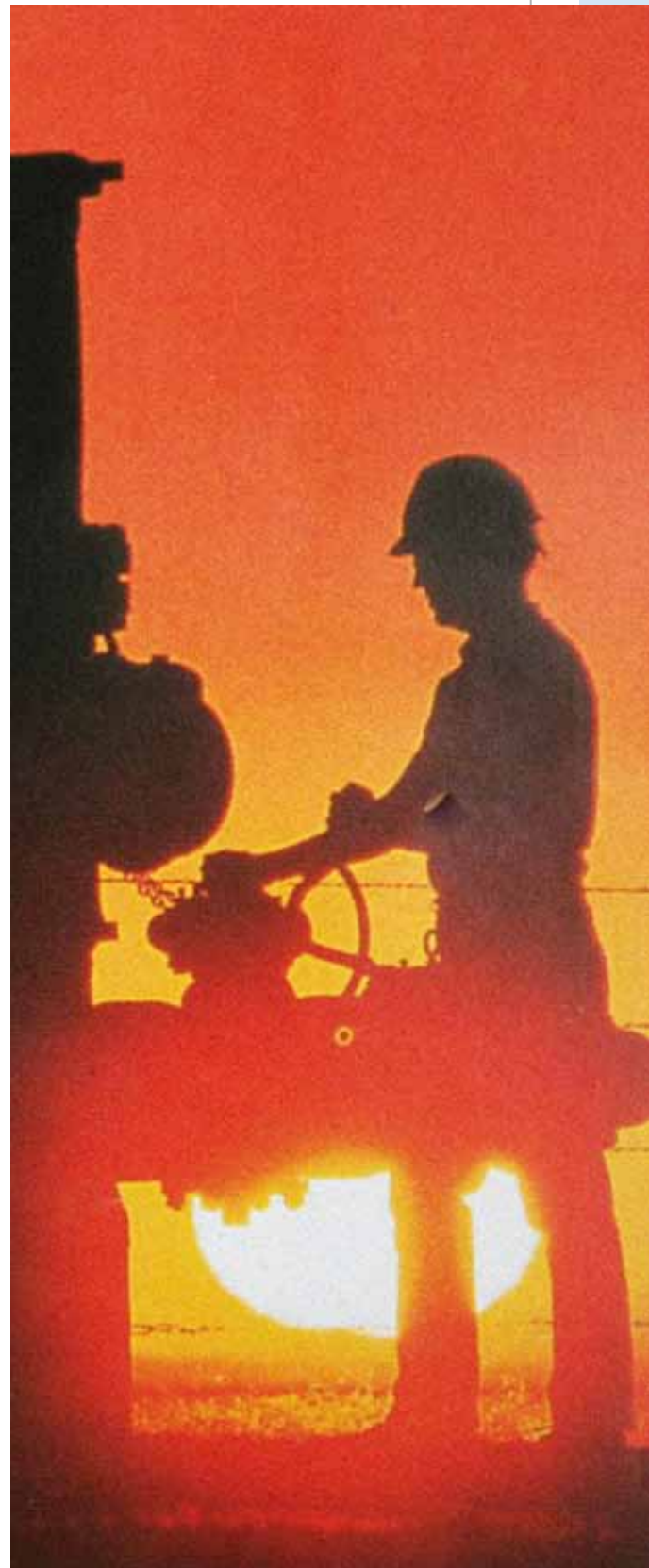
$$n_1^{o1} = f \left(\sum_{i=1}^e w_{E_i}^{o1} E_i + b_{E_i}^{o1} \right) \quad [3]$$

Donde n_1^{o1} es la salida de la neurona 1 de la capa oculta 1, $w_{E_i}^{o1}$ es el peso que posee la unión entre la neurona i de la capa de entrada con la neurona 1 de la capa oculta 1, E_i es la entrada i -ésima, $b_{E_i}^{o1}$ es la ganancia que posee la unión entre la neurona i de la capa de entrada con la neurona 1 de la capa oculta 1 y f es la función de transferencia que como se indicó, corresponde a una función sigmoïdal.

Esta salida se transmite a las neuronas de la segunda capa oculta por lo que a su vez la salida de la neurona j de la segunda capa oculta viene dada por la ecuación [4]. Éstas se convierten en entrada a la neurona de la capa de salida, la cual producirá finalmente una respuesta de la RNA dada por la ecuación [5].

$$n_j^{o2} = f \left(\sum_{i=1}^{o1} w_{o_i}^{o2} n_i^{o1} + b_{o_i}^{o2} \right) \quad [4]$$

$$n_1^s = f \left(\sum_{i=1}^{o2} w_{o_i}^s n_i^{o2} + b_{o_i}^s \right) \quad [5]$$



El objetivo del aprendizaje es minimizar una función de error definida que implica ajustar los valores de los pesos y ganancias que interconectan las neuronas. Existen muchos tipos de funciones de error (9), (10) y (11):

- La Desviación Media Absoluta (MAD, Mean Absolute Deviation):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$$

- El Error Medio Cuadrático (MSE, Mean Squared Error):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

- El Error Porcentual Media Absoluto (MAPE, Mean Absolute Percentage Error):

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - \bar{x}}{x_i} \right|$$

Donde n es el número de datos de error, que generalmente corresponde al número de datos de historial de que dispone el estudio de proyección.

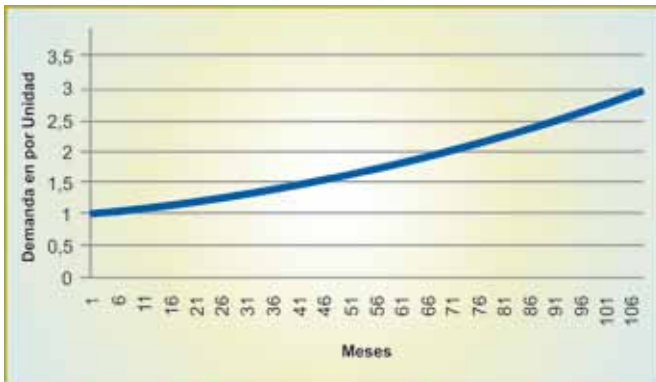
En este estudio se tiene en cuenta la herramienta de optimización de Excel para hallar la minimización de la función de error MSE.

CASOS DE ESTUDIO

Se estudiaron dos casos con serie temporal hipotética. El primero consistió en una serie de crecimiento sostenido del 1% mensual como lo muestra la figura 2, que representa la componente tendencial de la serie.

El segundo caso modela la componente tendencial y también incluye la componente estacional que se muestra en la



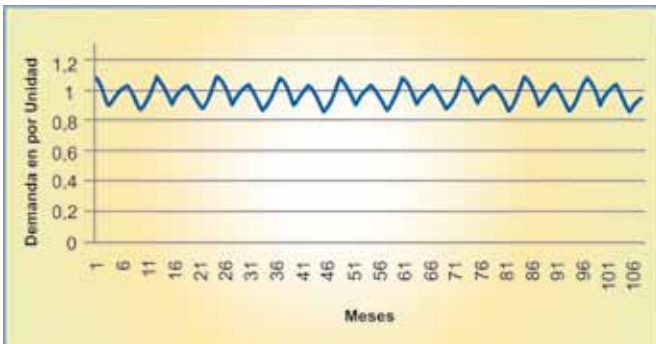


Gráfica 2. Crecimiento de la Demanda Caso 1

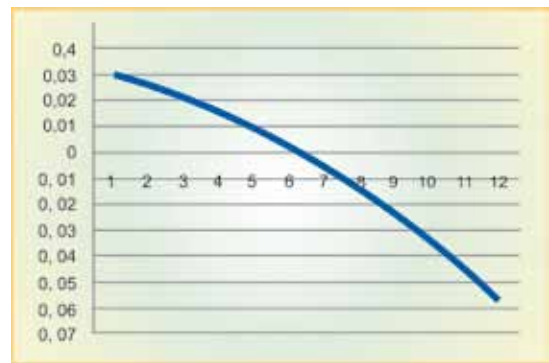


Gráfica 5. Comparación RNA vs Valor Real Caso 1

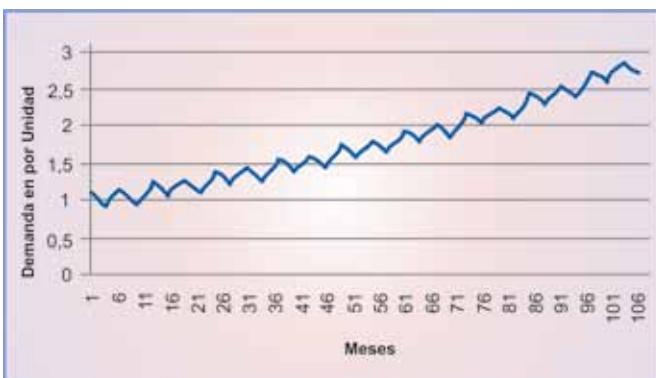
figura 3. Incluyendo ambos componentes la serie tendrá la forma de la figura 4.



Gráfica 3. Modelamiento de la Componente Estacional



Gráfica 6. Porcentaje de Error del Pronóstico

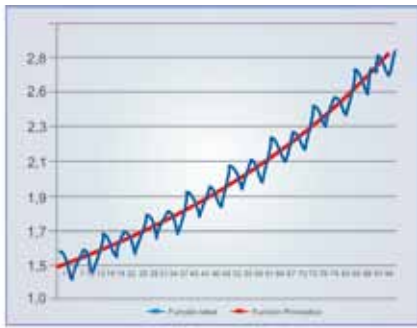


Gráfica 4. Crecimiento de la Demanda Caso 2

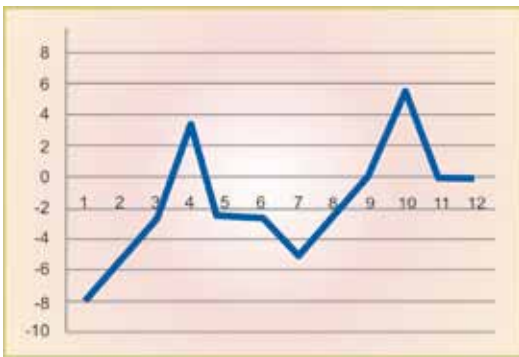
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Se observa en la figura 5 que la estructura de la RNA modela casi perfectamente la demanda considerada. De hecho, en la figura 6 se muestra la evolución de los errores siendo el valor máximo cercano a 0.05% para el mes 12.





Gráfica 7. Comparación RNA vs Valor Real Caso 2

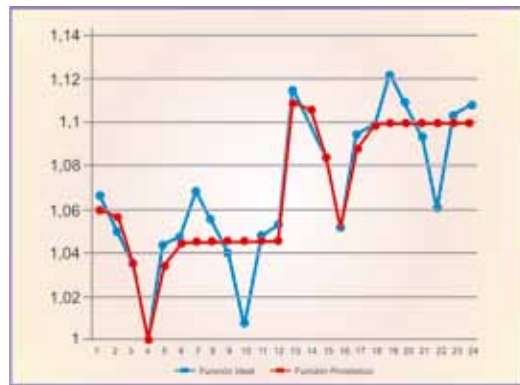


Gráfica 8. Porcentaje de Error del Pronóstico

Esta misma red neuronal se usó para el caso 2 y la red modela los datos como lo muestra la figura 7 presentándose los errores que se muestran en la figura 8. Los errores son extremadamente altos y se observa que la red no es capaz de detectar la componente estacional de la serie. Se intentaron diferentes parámetros para la red y siempre se comportaba similarmente, por lo tanto se procedió a cambiar la estructura de la RNA.

Se intentó con una red de dos entradas, una correspondiente al año y la otra al mes por lo que en la capa de entrada se tenían dos neuronas conectadas directamente con los datos de entrada.

Se puede observar en la figura 9 que el cambio en la configuración de la RNA de una entrada a dos entradas mejora considerablemente la respuesta. Los errores obtenidos se pueden ver en la figura 10 y se observa que para los mismos datos, la respuesta mejora demostrando que la red neuronal fue capaz de detectar la tendencia y mucha información de la estacionalidad.



Gráfica 9. Comparación RNA vs Valor Real Caso 2



Gráfica 10. Error Evolución Entrenamiento RNA

CONCLUSIONES

Haciendo uso de las herramientas de optimización de Excel de Microsoft, se pueden realizar modelos matemáticos de Redes Neuronales Artificiales para proyección de demanda, obteniendo resultados satisfactorios para pruebas realizadas con series de demanda hipotéticas. Se determina la arquitectura adecuada para una serie particular y luego se entrena la red, usando los elementos de optimización de este software basándose en la minimización de la función de error definida. Para la Unidad de Planeación Minero Energética resulta conveniente ampliar este campo de estudio teniendo en cuenta también las variables socioeconómicas, con el fin que sea un instrumento de predicción confiable por el alto potencial que tiene para modelar y predecir series de tiempo. ■



BIBLIOGRAFÍA

1. *Artificial Neural Network Models for Forecasting and Decision Making*. **T. Hill, L. Márquez, M. O'Connor and W. Remus**. Honolulu, HI USA : s.n., 1993.
2. *A Multi Layer Artificial Neural Network Architecture Design for Load Forecasting in Power Systems*. **A. J. Mehta, H. A. Mehta, T. C. Manjunath and C. Ardil**. 4, International Journal of Applied Mathematics and Computer Sciences, Vol. 4.
3. **Pereira, Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de**. Tutorial Redes Neuronales. [En línea] Universidad Tecnológica de Pereira. [Citado el: 8 de Junio de 2008.] <http://ohm.utp.edu.co/neuronales/main.htm>.
4. *Connectionist Approach to Time Series Prediction: An Empirical Test*. **Patil, R. Sharda and R.** 1992, Journal of Intelligent Manufacturing.
5. *Neural Networks as Forecasting Experts: An Empirical Test*. **Patil, R. Sharda and R.** 1990, Proceedings of the 1990 International Joint Conference on Neural Networks Meeting, Vol. 2, págs. 491-494.
6. *Neural Network Forecasting of Short, Noisy Time Series*. **B. Foster, F. Collopy and L. Ungar**. May de 1991, ORSA TIMS National Meeting.
7. *Time Series Forecasting Using Neural Networks vs Box-Jenkins Methodology*. **Z. Tang, C. de Almeida and P. Fishwick**. 1991, Simulation, Vol. 57, págs. 303-310.
8. *On Learning the Derivates of An Unknown Mapping with Multilayer Feedforward Networks*. **White, A. R. Gallant y H.** Neural Networks 5, págs. 12-138.
9. **M.T. Hagan, H.B. Demuth, M.H. Beale**. *Neural Network Design*. Boston : PWS Publishing Company, 1996.
10. **D.E Rumelhart, G.E. Hinton, R.J. Williams**. Learning Internal Representations by Error Propagation. *Parallel Data Processing*. MA : D. Rumelhart and J. McClelland, editors, 1986, págs. 318-362.
11. **Coupelon, Olivier**. *Neural Network Modeling for Stock Movement Prediction A State of The Art*. France. Master's Degree in Computer Science.

PLANEAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA PARA EL SIGLO XXI.

En un evento especializado al que asistieron importantes conferencistas de Europa, Norte América y Colombia se habló de los Sistemas de Potencia en el siglo XXI, vislumbrando un buen panorama para el recurso energético.

Por: Mauricio Molano Yáñez, Subdirector de Información; Nohora Amparo Niño Candil, Profesional Especializada, Subdirección de Información, Unidad de Planeación Minero Energética - UPME.

mauricio.molano@upme.gov.co; nohora.nino@upme.gov.co

La Unidad de Planeación Minero Energética UPME en asociación con el Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE, en el marco del congreso "Transmission and Distribution Conference and Exposition 2008 IEEE LATIN AMERICA", organizó el 12 de agosto de 2008 una Pre-Conferencia titulada "Planeamiento de los Sistemas de Potencia en el Siglo XXI", evento que se llevó a cabo en el Salón Monserrate del Hotel Crowne Plaza Tequendama.

La apertura estuvo a cargo del Viceministro de Minas y Energía, doctor MANUEL MAIGUASHCA OLANO, el Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Eléctricos y Electricistas - IEEE Sección Colombia, doctor RENATO CÉSPEDES y el Director General de la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, doctor ALIRIO DELMAR FONSECA MEJÍA, quien en su discurso de instalación formal del evento manifestó, entre otras cosas: "...En general podría decirse que las necesidades de producción de energía eléctrica han sido atendidas de manera satisfactoria a partir de las diferentes fuentes primarias de energía, como los recursos hídricos, el carbón, el gas y los derivados del petróleo. Es de destacar el enorme interés que ha despertado en todo el mundo el desarrollo de fuentes no convencionales de energía, como estrategia para reducir la dependencia de recursos naturales



agotables, asegurar el abastecimiento eléctrico y mejorar las condiciones ambientales. Para el caso particular de Colombia, en el presente año se implementó un novedoso mecanismo destinado a asegurar la oferta de energía, a través de un sistema de subasta, con el cual se asegura que en el período 2011 a 2019, entren en operación alrededor de 3,400 Megavatios adicionales, que le permitirán al País contar con una energía firme cercana a los 90,000 Gigavatios hora año y alcanzar una capacidad instalada cercana a los 17,500 Megavatios...”.



Alirio Delmar Fonseca Mejia, Director General UPME

Para desarrollar el tema central de esta pre-conferencia, se contó con la presencia de destacados conferencistas internacionales de Europa y América, quienes expusieron sus criterios y puntos de vista, e intercambiaron conocimientos sobre el planeamiento de los sistemas de potencia:

El primer expositor, doctor Hyde Merrill, es el Presidente de MERRILL ENERGY, firma que fundó en 1998 para ofrecer análisis avanzados de riesgos, de ingeniería y económicos, para participantes en mercados energéticos modernos. El doctor

Merrill obtuvo títulos en Matemáticas y en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Utah, y es PhD en ingeniería eléctrica del Instituto Tecnológico de Massachusetts. En varios países ha dirigido y asesorado estudios y proyectos sobre planificación y asignación de transmisión, sobre normas y temas económicos institucionales relacionados con mercados competitivos, sobre tarifas y acceso al sistema de transmisión en mercados eléctricos desregulados, privatizados y competitivos, entre muchos otros. Ha sido profesor e investigador de prestigiosas organizaciones de los Estados Unidos. También es autor principal del método “trade off/risk” y de programas de cómputo para la programación del mantenimiento de centrales, simulación de operación de centrales con modelo de transmisión y el manejo de modelos financieros.



Manuel Manguashca Olano, Vice Ministro de Minas y Energía



(De izquierda a derecha Renato céspedes, Jean Claude Sabonnadiere, Hyde Merrill, Mayer Sasson, Ricardo Octavio Mota Palomino, conferencistas internacionales)

En su conferencia: Planning of Power Systems for XXI Century - Planeamiento de los Sistemas de Potencia para el siglo XXI, se destaca el análisis de riesgo en la planeación de los sistemas de potencia, planteando lo que no se debe hacer frente al propósito de mitigar estos riesgos: si no se evaluó la confiabilidad, no se pronosticó adecuadamente, los planes no se basaron en valores esperados, ni se emplearon modelos artificiales probabilísticos, es más que seguro que los riesgos no se hayan podido mitigar. Igualmente, el experto resaltó las actividades que sí se deben tener en cuenta para el análisis de riesgo en la planeación de los sistemas de potencia, entre otros: se demostró como fijar criterios para resolver conflictos en objetivos, como analizar incertidumbres y riesgos para cientos de futuros y para planificación de transmisión. Lo anterior se realizó soportado en un estudio a escala real.

Otro de los conferencistas invitados fue el francés Jean-Claude Sabonnadiere, profesor emérito del Instituto Politécnico de Grenoble, asesor en energías alternativas, consultor sobre sistemas de energía e innovación y conferencista internacional. Entre su amplia experiencia profesional se



cuenta su vinculación como Jefe del Programa de Tecnología Industrial del Ministerio Francés de Investigación, como fundador y primer Director del Consorcio IDEA para suministro de energía, como Director Científico de la Red Nacional de Organizaciones de Investigación y Tecnología de Francia, y como Primer Vicepresidente del Instituto Politécnico de Grenoble. El doctor Sabonnadiere ha participado en diversas investigaciones relacionadas con sistemas de potencia, redes de distribución y desarrollo de software para análisis de sistemas de potencia. Igualmente ha hecho parte de prestigiosas publicaciones relacionadas con el sector energético en Europa, y es autor de dos libros en la materia.

Su conferencia: The planning in Europe: main criteria and trends - La planeación en Europa: principales criterios y tendencias, tuvo como objetivos: desarrollar una visión compartida para el futuro, que incentive el contrato de múltiples inversionistas independientes, identificar las necesidades de la investigación con la participación de los sectores públicos y privados, con miras a un crecimiento continuo en las redes de electricidad, alinear los nuevos proyectos de la Red de Distribución y Transmisión de electricidad, frente a los nuevos programas nacionales y regionales europeos, realizar acciones de seguimiento para la puesta en práctica de la agenda de investigación del plan estratégico de distribución y transmisión de electricidad. Durante el desarrollo de la exposición, el conferencista resaltó la visión compartida que se debe tener en la planeación, considerando la continuidad, competitividad y seguridad aspectos de relevancia. Referente a estos puntos, expuso características que vale la pena evidenciar, como son: flexibilidad, en términos de satisfacer las necesidades de los clientes, accesibilidad, relacionada con todos los usuarios de la red, particularmente en el sector residencial, considerando la baja emisión de CO₂, confiabilidad, asegurando y mejorando la calidad de la fuente y fortaleciendo mecanismos para evitar peligros e incertidumbres, economía, teniendo en cuenta el mejor valor a través de la innovación, gerencia de energía y competencia eficiente a través de la regulación.

De la misma manera, Sabonnadiere resaltó algunos elementos a tener en cuenta para la visión de la planeación en Europa,

tales como: el uso de herramientas que brinden soluciones técnicas probadas, que muestren de manera rápida y rentable la necesidad de inyectar presupuesto a las redes de energía existente, la armonización de la regulación y comercialización en Europa para facilitar el comercio fronterizo, el establecimiento de los estándares técnicos y los protocolos compartidos para el fácil acceso de los encargados de la distribución y transmisión, el mejoramiento de los sistemas de información y telecomunicaciones (TICs) teniendo en cuenta las innovaciones y los continuos desarrollos del servicio, y el aseguramiento de la interconexión de antiguos y nuevos diseños de redes para garantizar la interoperabilidad y el control. Por último, vale la pena resaltar los futuros requerimientos para la planeación de distribución y transmisión





en Europa, expuestos por el experto, entre los que se destacan: la integración de los millones de generadores de pequeña escala, la consistencia de la continuidad de la energía a pequeña escala, el equilibrio de la oferta y la demanda en electricidad, el desarrollo de redes eficientes y confiables, la excelencia en la calidad de la energía, el desarrollo de mercados de energía y un marco regulatorio maduro.

Otro destacado conferencista fue el doctor Mayer Sasson, colombiano, residente en Estados Unidos, PhD del Imperial College de Londres, líder técnico en diseño avanzado de sistemas de transmisión y distribución. En 1990 se vinculó a la firma "Con Edison" y se ha desempeñado en el Centro de Control de Energía, en el grupo de políticas de mercado energético y más recientemente en el área de planeación de la transmisión. El doctor Sasson participó en los esfuerzos para crear el Operador Independiente del Sistema y en la conformación del Consejo Estatal de Confiabilidad de Nueva York. Previa su vinculación a la firma "Con Edison", el doctor Sasson trabajó con ABB Systems Control, fue socio de DMS, estuvo vinculado con el Instituto Tecnológico de Monterrey en México y con la firma Ingetec Ltda. en Colombia.

En su conferencia: The Planning in USA: The New York Case - La Planeación en Estados Unidos, el caso de Nueva York, expuso sobre las diferentes entidades y sus funciones en el mercado de energía de New York, destacándose el New York State Independent System Operator (NYISO), el cual opera el sistema interconectado de alta tensión del estado de New York, observando obligatoriamente las reglas de confiabilidad de la NERC, NPCC y NYSRC y administrando los merca-



dos eléctricos bajo tarifas aprobadas por la FERC. También se encuentra el New York State Reliability Council (NYSRC), el cual establece reglas de confiabilidad más estrictas que las de la NERC o la NPCC y sus reglas son obligatorias para el NYISO. Y el New York Public Service Commission (NYPSC), que aprueba las tarifas de consumidores de las empresas de transmisión y distribución y tiene jurisdicción sobre la confiabilidad del sistema en New York y en particular sobre la generación requerida. Otro punto que tocó en su conferencia tuvo que ver con las empresas de transmisión, sobre las cuales especificó que se les obliga a las antiguas empresas verticales (plantas, transmisión, distribución y usuarios) a deshacerse de su equipo generador y se permiten empresas que solo tengan consumidores, las antiguas empresas se convierten en empresas predominantemente solo de transmisión y distribución, también destacó a las empresas del mercado: empresas generadoras, empresas de consumidores, empresas que compran y venden energía y papeles financieros y empresas que ofrecen desconexión de carga. En cuanto a la planeación para la confiabilidad, cuyo objetivo es enviar señales a fin de dar incentivos para que el mercado responda por cuenta propia, busca que el mercado invierta en proyectos que se requieren para que el sistema cumpla con las reglas de confiabilidad, teniendo en cuenta la regla fundamental de planeación que se basa en que la probabilidad de desconexión de carga no debe exceder a un evento en 10 años y a su vez establece un proceso obligatorio de respaldo en caso que el mercado no responda. La NYISO realiza estudio de planeación para determinar las deficiencias con un horizonte de 10 años, considera predicciones de carga para cada uno de los 10 años, también tiene en cuenta proyectos de generación y transmisión que estén en construcción, determinando las áreas en las cuales existen deficiencias e identifica las empresas de transmisión en esas áreas: empresas de transmisión responsables. En cuanto a las estrategias para garantizar la confiabilidad del sistema, el doctor Mayer Sasson resalta la obligatoriedad de las empresas de transmisión responsables, para que identifiquen proyectos de respaldo que el NYISO ordenaría que se hicieran si el mercado no responde por cuenta propia. Las empresas de transmisión también pueden poner en conocimiento del NYISO proyectos que planean realizar por cuenta propia, partici-

pantes del mercado que pueden ofrecer proyectos alternativos a los de respaldo para estudiar si resultan superiores. Los proyectos de respaldo se financiarían por medio de cargos que el NYISO haría a los consumidores que se beneficiarían de los proyectos ya que han causado las deficiencias y las empresas del mercado pueden proponer proyectos que potencialmente esperan realizar y que financiarían a través de los mercados. Por su parte, el NYISO realiza un estudio en el que analiza si los proyectos de respaldo y los que harían por cuenta propia las empresas de transmisión cumplen con la regla de confiabilidad, el impacto de los proyectos de respaldo alternativos, y finalmente, el impacto de los proyectos provenientes del mercado. Además, evalúa los resultados de los estudios realizados y determina si el mercado por si solo ha respondido con suficientes proyectos que tengan una alta probabilidad de que se cumpla la Regla Fundamental de Confiabilidad en el horizonte estudiado, finalmente si es necesario declarar que se deben realizar algunos de los proyectos de respaldo ofrecidos por las Empresas de Transmisión o algún proyecto de respaldo alternativo.

Por último, se tuvo como conferencista internacional al doctor Ricardo Octavio Mota Palomino, Mexicano, egresado del Instituto Politécnico Nacional de México, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, con Maestría en Ciencias de Ingeniería Eléctrica del mismo Instituto, y Doctor de Filosofía en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Waterloo en Canadá. Entre su amplia experiencia profesional se cuenta su desempeño como



Vice Director de asuntos académicos de la Escuela Superior de ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional de México y como Presidente de Estudios de Grado de la misma institución. Su conferencia: Mexican Power System Expansion Studies - Estudios de la Expansión del Sistema de Potencia Mexicano, enfatizó en temáticas referentes al mercado eléctrico mexicano, la nacionalización del subsector eléctrico en 1960 y la reforma de la Ley del servicio público de energía eléctrica en 1992. Por otra parte, también aclaró que no corresponden al servicio público de energía eléctrica: la pequeña producción (PP), el autoabastecimiento, la cogeneración (CG), la producción independiente (PIE) y las exportaciones e Importaciones. Igualmente resaltó que el CFE es comprador único de PIE's y excedentes de PP y CG, que existe monopolio en servicios de transmisión y distribución y servicios de respaldo para autoabastecimiento, Importación/exportación, que hay coordinación entre productores independientes, mediante contratos de largo plazo o notificaciones del generador mediante el Centro de Control y que el principal mecanismo para introducir competencia en la generación es el licitar la compra de capacidad y energía. Igualmente el doctor Mota Palomino, mencionó que la Comisión Federal de Electricidad es la única responsable de la planeación de sistemas eléctricos mediante su Subdirección de Programación en la Ciudad de México: generación, transmisión y subtransmisión, que existen 13 divisiones de distribución regionales más luz y fuerza del centro, que planean las expansiones en distribución en coordinación con las oficinas centrales.

El experto también afirmó que el problema de planificación se resuelve mediante una descomposición temporal y geográfica: generación, red principal, subtransmisión ó transmisión regional y redes de distribución. La administración de la generación y la red nacional la realiza el Centro Nacional de Control de Energía mediante un Centro Nacional en la Ciudad de México y ocho centros regionales, así mismo aclaró que el objetivo de la planeación de transmisión se centra en elaborar un plan de expansión de la red de transmisión que permita satisfacer la demanda futura de electricidad a costo mínimo con la confiabilidad y calidad de acuerdo a los criterios de planificación. ■