

Revista

epm[®]

Publicación especializada en la gestión de servicios públicos

No. 9 Enero - Junio 2014

Fondo del **Agua**

Gestión de emisiones
GEI

Las TIC
y el medio ambiente

Modelación estadística de riesgo
en el ciclo de crédito

Empresa y derechos humanos

La siembra virtual

Innovación en energía

Manipulación
del gas **SF₆**

EPM,
una empresa
de agua

Revista EPM No. 9

Enero - Junio 2014

ISSN: 2145-1524

Juan Esteban Calle Restrepo

Gerente General y líder del Grupo EPM

Ana Mercedes Villegas Mejía

Vicepresidenta Ejecutiva de Gestión de Negocios

Wilson Chinchilla Herrera

Vicepresidente Ejecutivo de Proyectos e Ingeniería

Gabriel Jaime Betancourt Mesa

Vicepresidente Ejecutivo de Estrategia y Crecimiento

Carlos Alberto Solano Bonnett

Vicepresidente de Generación Energía

Inés Helena Vélez Pérez

Vicepresidenta de Transmisión y Distribución Energía

Carlos Arturo Díaz Romero

Vicepresidente del Gas

Santiago Ochoa Posada

Vicepresidente de Agua y Saneamiento

María Isabel Jaramillo Fernández

Vicepresidenta Comercial

Luis Javier Vélez Duque

Vicepresidente del Proyecto Ituango

Diana Rúa Jaramillo

Vicepresidenta de Finanzas Corporativas

Maritza Alzate Buitrago

Secretaria General

Ana María Restrepo Botero

Vicepresidenta de Desarrollo Humano y Capacidades Organizacionales

María Fanery Sucerquia Jaramillo

Vicepresidenta de Suministros y Servicios Compartidos

Luz Mónica Pérez Ayala

Vicepresidenta de Comunicación y Relaciones Corporativas

Hernán Darío Vergara Castro

Auditor Corporativo

Luis Alberto Sánchez Correa

Vicepresidente de Estrategia Corporativa

Alejandro José Jaramillo Arango

Vicepresidente de Crecimiento

Grupo de Publicaciones EPM:

Ana Cristina Navarro Posada

Gerente de Comunicación Corporativa

Carlos Mario Montoya Díaz

Gerente Desarrollo Humano

Paola Andrea Valencia Valencia

Profesional Diseño Gráfico, Gerencia de Identidad Corporativa

José Ignacio Murillo Arango

Profesional, Gerencia de Comunicación Corporativa

Luz Beatriz Rodas Guerrero

Profesional Dirección Gestión Aprendizaje



Coordinación diseño: Gerencia de Identidad Corporativa
Revisión de textos: Gerencia de Comunicación Corporativa
Periodicidad: semestral

Solicitud de canje: Biblioteca EPM
Carrera 54 No.44-48 Plaza de Cisneros
Teléfono: 3807500
Bibliotecaepm@epm.com.co
Medellín - Colombia

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
Carrera 58 No. 42 - 125 Apartado 940
Correo electrónico: epm@epm.com.co
Teléfono: 3808080
Medellín - Colombia
www.epm.com.co

© Copyright: Empresas Públicas de Medellín E.S.P. No está permitida su reproducción por ningún medio impreso, fotostático, electrónico o similar, sin la previa autorización escrita del titular de los derechos reservados.

Las opiniones expresadas por los autores en este número corresponden a su posición personal.



energía | gas natural | aguas

Revista epm[®]



Fondo del Agua

Pág. 8

Los derechos humanos en EPM: un abordaje imperativo para la sostenibilidad

Pág. 18

Gestión de emisiones GEI de EPM

Pág. 26



La gestión ambiental en las TIC: generadora de valor en un mercado competitivo

Pág. 38

Buenas prácticas de manejo y manipulación del gas SF₆

Pág. 50

Modelación estadística de riesgo en el ciclo de crédito

Pág. 56

La siembra virtual

Pág. 76



Innovación en energía

Pág. 96

EPM, una empresa de agua

Pág. 108



Una revista institucional es, ante todo, espacio de encuentro, canal de comunicación, aula abierta para compartir los temas y los puntos de vista que le dan sentido a la labor empresarial de cara a la sociedad.

Esa función de acercamiento humano es la que quiere cumplir cada edición de la Revista EPM, una publicación que se mantiene vigente en el grupo empresarial porque cada vez más confirmamos lo valioso que resulta entregar a la comunidad académica, a los profesionales y a todas las personas que se interesan en la gran diversidad de materias de los servicios públicos, información en profundidad e investigaciones que surgen de la constante preocupación por mejorar la atención, optimizar procesos, conocer mejor el funcionamiento de los sistemas o contribuir al mejoramiento del medio ambiente.

Se destaca el esfuerzo de los funcionarios de la empresa que no solo se aplican a estudiar en detalle los aspectos relacionados con sus responsabilidades profesionales, sino que también se dedican a narrarlos en una forma coherente para transferir con generosidad sus experiencias y conocimientos cosechados en el laboratorio de una planta de potabilización, en la construcción de una central de generación o en una oficina administrativa.

En lo interno valoramos especialmente ese ejercicio de documentar con rigor técnico nuestros procesos y actividades. Y frente al entorno, en general los grupos de interés de la organización, aspiramos a que esta tarea intelectual contribuya al crecimiento de la sociedad y a la construcción de un mundo mejor para todos.

En este número incluimos varios trabajos relacionados con el medio ambiente y la protección de los recursos naturales, presentados con la convicción de que EPM, junto a sus proveedores, clientes y usuarios, tiene una inmensa responsabilidad con el presente y el futuro.

Así es como hablamos del Fondo del Agua, haciendo alusión a la reciente creación de la Corporación Cuenca Verde como un mecanismo innovador, auspiciado por los sectores público y privado, enfocado en la sostenibilidad.

Se mantiene este hilo temático con un trabajo sobre el inventario de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en la empresa, actividad realizada en el marco de la Estrategia de Cambio Climático 2012-2018 para dar continuidad a proyectos que aportan a la reducción de emisiones y a la conservación de sumideros de CO₂.

Especial interés revisten dos artículos que analizan la problemática medioambiental desde el punto de vista de las TIC, en el primer caso considerando esta faceta de la gestión empresarial como “generadora de valor en un mercado competitivo” y, en el segundo, como actividad cotidiana en el uso apropiado de los computadores que, en términos de “siembra virtual”, hace posible la generación de un positivo impacto ambiental equivalente a sembrar y cuidar cuatro árboles por cada usuario.

Cierran este apartado los textos “Buenas prácticas de manejo y manipulación del gas SF₆”, donde se muestran las medidas adoptadas por la empresa para que los equipos que contienen este tipo de gas se mantengan en condiciones óptimas, y “EPM, una empresa de agua” que principalmente examina la gestión en las cuencas hidrográficas que abastecen los embalses.

Incluimos en la edición un trabajo investigativo sobre la “Modelación estadística de riesgo en el ciclo de crédito”, mostrando sus beneficios en áreas como mercadeo, ventas y todas aquellas actividades que promueven y garantizan el aseguramiento de ingresos, mientras que en una nota sobre los derechos humanos con enfoque en la sostenibilidad, el autor muestra en retrospectiva los pasos que EPM ha dado en este sentido como parte de su modelo empresarial.

Queremos que esta serie de artículos refleje en el lector la dinámica actual de una empresa que tiene mucho para contar. Lo seguiremos haciendo en cada número de la Revista EPM porque somos una organización abierta al mundo, al conocimiento y a la investigación, con un propósito superior que está fundado en el sueño de construir con la gente, con todas las comunidades, territorios competitivos y sostenibles.

Juan Esteban Calle Restrepo
Gerente General y líder del Grupo EPM

Fondo del Agua

María Isabel Gómez Ochoa
Gerencia Desarrollo Sostenible EPM
maria.gomez.ochoa@epm.com.co

Palabras clave:

Embalse Riogrande II, Embalse La Fe, EPM, Corporación Cuenca Verde, Conservación de Cuencas Hidrográficas, Eutrofización, Contaminación de Lagos y Embalses.



Embalse Rio grande II

Resumen

La concentración de las poblaciones en grandes centros urbanos, genera necesidades de bienes y servicios ambientales que en muchos casos sobrepasa la oferta disponible en sus propios municipios, por lo que es necesario buscarla en otras regiones. Lo anterior es especialmente frecuente en la provisión de agua de las grandes urbes, donde se hace necesario acudir a cuencas hidrográficas abastecedoras externas.

La cuencas hidrográficas abastecedoras de los embalses Riogrande II y La Fe son ecosistemas estratégicos para la provisión de agua para los habitantes de dichas cuencas y del Valle de Aburrá, sin embargo para garantizar este recurso es necesario enfrentar algunos retos ambientales como alteración del régimen hidrológico, extracción minera sin practicas de conservación, prácticas inadecuadas de uso del suelo, uso intensivo de agroquímicos, deforestación, urbanización acelerada, disposición inadecuada de aguas residuales con consecuencias directas especialmente sobre la calidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos y la colmatación de reservorios de agua.

La Corporación CuencaVerde es una alianza entre entidades públicas y privadas convencidas de la necesidad de conservar las cuencas que proveen este recurso vital, que beneficia a los 10 municipios que conforman el Valle de Aburrá, habitado por más de 3.5 millones de personas, y también habitantes de los municipios con jurisdicción en dichas cuencas, entre ellos Envigado y El Retiro (La Fe) y Belmira, Donmatías, Entreríos, San Pedro de los Milagros y Santa Rosa de Osos (Riogrande II).



Antecedentes

La concentración de las poblaciones en grandes centros urbanos genera necesidades de bienes y servicios ambientales que en muchos casos sobrepasa la oferta disponible en sus propios municipios, por lo cual es necesario buscarla en otras regiones. Esto evidencia la interdependencia existente entre las ciudades y dichas regiones.

Lo anterior es especialmente frecuente en la provisión de agua de las grandes urbes, donde se debe acudir a cuencas hidrográficas abastecedoras externas, además de sistemas de abastecimiento que las integren mediante infraestructura para captación, almacenamiento, potabilización y distribución.

Los embalses Riogrande II y La Fe proporcionan aproximadamente el 91% del agua para el sistema de abastecimiento de EPM en el Valle de Aburrá. Aunque este sistema se ha reconocido nacional e internacionalmente por sus altos estándares de calidad, para mantenerlos es necesario proteger las cuencas hidrográficas abastecedoras, con el fin de mitigar y prevenir el proceso gradual de deterioro de los ecosistemas, que se da principalmente como consecuencia de las presiones antrópicas¹, y que podría ocasionar problemas serios de disponibilidad del recurso hídrico en el largo plazo, por calidad o cantidad.

Problemática ambiental

Las cuencas hidrográficas abastecedoras de los embalses Riogrande II y La Fe son ecosistemas estratégicos para la provisión de agua de los habitantes de las mismas y para el Valle de Aburrá. Sin embargo, para garantizar este recurso es necesario enfrentar algunos retos como la alteración del régimen hidrológico, la extracción de materiales, algunas prácticas inadecuadas de uso del suelo, el uso intensivo de agroquímicos, la deforestación, la urbanización acelerada, la disposición inadecuada de aguas residuales con consecuencias directas (especialmente sobre la calidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos) y la colmatación de reservorios de agua.



Figura 1. Localización de las cuencas Riogrande II y la Fe.

¹ Antrópico puede referirse a lo relativo al hombre entendido como especie humana. Se utiliza sobre todo en contextos científicos (biología, ciencias de la Tierra, física y cosmología).



Riogrande II: Minería, prácticas agrícolas inadecuadas, ganadería, agroquímicos, vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas.



La Fe: Urbanización, deforestación, vertimientos de aguas residuales.

Figura 2. Problemáticas ambientales.

Fuente: EPM

Riesgos asociados a la calidad de agua

Diversos investigadores coinciden en que el exceso de nutrientes aportados a los cuerpos de agua por las actividades antrópicas (agricultura, ganadería, vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas, entre otras) pueden producir eutrofización², anticipando la posible presencia de florecimientos de algas, algunas de ellas tóxicas. Igual situación ocurre con actividades que afectan la regulación hídrica, como deforestación, ganadería y agricultura extensiva, extracción de materiales de playa y urbanización acelerada que aportan sedimentos a las fuentes de agua y pérdida de coberturas vegetales protectoras en sus riberas y en las partes altas de las cuencas.

En vista de lo anterior es necesario actuar de manera preventiva para minimizar la probabilidad de que estos riesgos se materialicen, resolviendo los problemas en el origen, es decir, en las cuencas hidrográficas proveedoras de agua.

² En ecología el término eutrofización designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. Eutrofizado es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una cantidad anormalmente alta de nutriente.



Figura 3. Principales riesgos asociados a calidad de agua.

Algunas experiencias en el mundo

A escala global, la eutrofización de lagos y embalses y sus consecuencias sobre el deterioro de la calidad de las aguas se revela como uno de los problemas ambientales más importantes. Por esta razón se han realizado grandes esfuerzos humanos y económicos en el análisis de sus causas, la reducción de sus efectos y la restauración de ecosistemas degradados.

Carlos Prósperi³, en su artículo “Las algas tóxicas y su efecto sobre el ambiente” indica que [...] en China, por ejemplo, se asocia una alta tasa de cáncer hepático con la presencia de algas tóxicas en algunos embalses que se usan para proveer agua para el consumo humano. En Brasil se presentó el primer caso documentado de muerte en seres humanos en una clínica de hemodiálisis por aguas incorrectamente tratadas. Por otra parte, en Estados Unidos y Canadá, en la zona de los Grandes Lagos (Michigan, Ontario y otros) se han tomado, desde hace algunas décadas, medidas para evitar el deterioro ambiental de las aguas producidas por la alta actividad industrial. Por su parte, en los países de

la Comunidad Europea se adoptaron severas medidas de control y saneamiento de las aguas continentales, tanto de lagos y embalses como de grandes ríos.

Uno de los casos más exitosos en la protección de las cuencas hidrográficas abastecedoras de agua para una gran metrópoli es el de la ciudad de New York. Su administración actuó de manera preventiva una vez se empezó a evidenciar deterioro en la calidad de agua de sus embalses, iniciando un trabajo conjunto con los habitantes de la cuencas hidrográficas de Catskill y Delaware. Los expertos en el tratamiento del agua en la ciudad conocen la relación que existe entre los bosques que preservan y el agua que toman. Las cuencas forestadas de la parte norte del estado suministran diariamente más de mil millones de galones de agua filtrada naturalmente para 9 millones de consumidores de Nueva York.

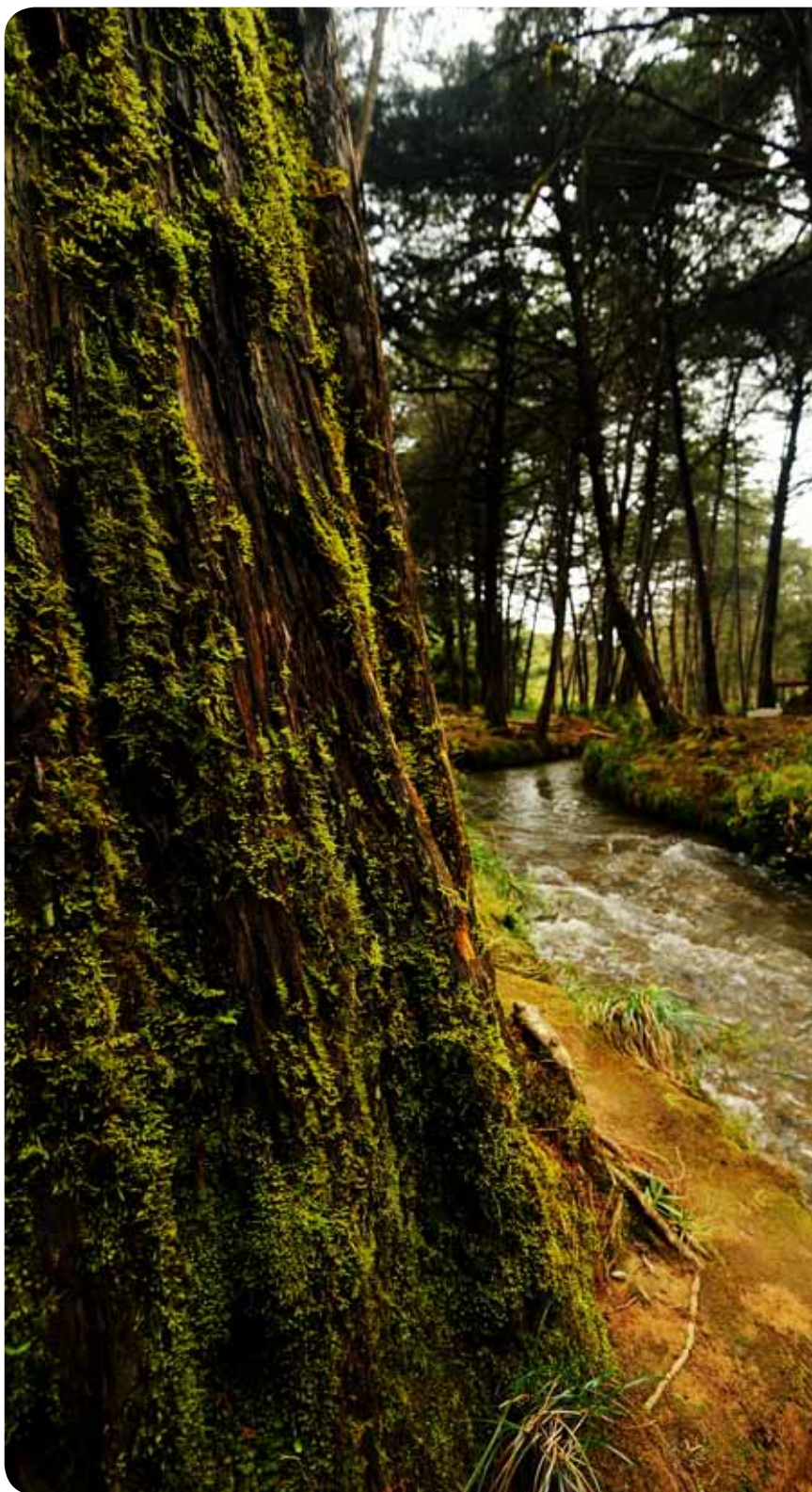
Otros casos exitosos que vale la pena destacar es el de FONAG, Fondo de Agua creado para la protección de las cuencas hidrográficas que abastecen la ciudad de Quito. Este Fondo de Agua lleva 13 años desarrollando proyectos ambientales y sociales para cumplir con el objetivo para el que fue creado: garantizar la provisión de agua para la capital de Ecuador.

³ PRÓSPERI, C. Las algas tóxicas y su efecto sobre el ambiente. Serie Verde: Cuadernos de Divulgación. Vol. 1, No.1. Córdoba: Universidad Libre del Ambiente, 1999. 8 p.

Algunas reflexiones sobre los recursos hídricos

En la búsqueda de alternativas para enfrentar los problemas ambientales mencionados se hicieron algunas reflexiones y se plantearon interrogantes que enriquecieron el análisis y permitieron concretar la estrategia a implementar.

- ¿Cómo garantizar la provisión de agua en cantidad y calidad a una población de más de 3 millones de habitantes?
- ¿Cómo prevenir el deterioro progresivo de las cuencas abastecedoras de agua?
- ¿Cómo prevenir y reducir el riesgo, a futuro, en asuntos asociados a salud pública, si no se protegen las cuencas y la calidad del agua se deteriora?
- ¿Cuál sería el costo para la sociedad y los gobiernos locales de tratar los problemas de salud pública frente al costo de conservación en las cuencas?
- ¿Cómo articular esfuerzos del sector público, el sector privado y la comunidad en general para el cuidado de las cuencas?
- ¿Es sólo responsabilidad del Estado y de las autoridades ambientales el cuidado de las cuencas y los recursos hídricos?
- ¿Es el cuidado de las cuencas y especialmente de los recursos hídricos una prioridad para todos los actores presentes en las cuencas hidrográficas y para quienes reciben sus bienes y servicios ambientales?
- ¿Son la regulación y las sanciones los únicos instrumentos que se deben aplicar a quienes ocasionan los problemas ambientales en las cuencas abastecedoras de agua?
- ¿Cómo trabajar conjuntamente en el cuidado de las cuencas hidrográficas con las comunidades y otros actores aguas arriba y aguas abajo?
- ¿Cómo lograr el compromiso de las comunidades para transformar las prácticas que deterioran los recursos hídricos?



La Corporación CuencaVerde como mecanismo de largo plazo para la protección de las cuencas abastecedoras de agua de los embalses Riogrande II y La Fe

Para contribuir con la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales, especialmente el agua, de las cuencas abastecedoras de los embalses Riogrande II y La Fe, y dar respuesta a muchas de las reflexiones antes planteadas, el 24 de noviembre de 2013 se creó la Corporación CuencaVerde como un mecanismo financiero, legal e institucional que permite establecer compromisos de largo plazo y gestionar recursos públicos y privados para emprender acciones concretas que eviten que los problemas ambientales sean más graves y que las posibilidades de recuperación de servicios ambientales como el agua sea cada vez más compleja, además de ayudar a focalizar esfuerzos y aprovechar sinergias para lograr un mayor impacto en términos de conservación de los recursos hídricos.

• Estudios de factibilidad

Para el desarrollo de esta iniciativa EPM y The Nature Conservancy (TNC) realizaron un convenio que permitió adelantar los estudios técnicos necesarios para estructurar la propuesta de creación de un Fondo de Agua. En esta fase se contó con el apoyo de las autoridades ambientales Cornare y Corantioquia.

Los estudios realizados fueron: Mapa de actores, Análisis de territorio para identificar áreas prioritarias de conservación, Modelos hidrológicos y de sedimentos (Swat, Fiesta e Invest), Análisis de biodiversidad, Análisis de calidad de agua, Definición de objetivos financieros y de conservación, Valoración económica ambiental, Propuesta de estructura legal, institucional y financiera y Portafolio de programas para las estrategias de conservación.

• Portafolio de programas

La Corporación financiará programas, proyectos y actividades tendientes a la conservación de los ecosistemas y al uso de prácticas sostenibles que redunden en la disminución de los riesgos asociados al deterioro de los servicios ambientales calidad de agua y regulación hídrica. Los programas se agruparon así: Restauración de ecosistemas, Implementación de prácticas de producción sostenibles, Gestión y conservación del recurso hídrico y la biodiversidad, Educación, capacitación y comunicación, Monitoreo e investigación aplicada.

La Corporación CuencaVerde invertirá inicialmente en las áreas prioritarias de conservación por ser las que garantizan un mayor retorno de la inversión en términos de conservación.





• Fuentes de financiación y asociados

La sostenibilidad financiera es fundamental para garantizar resultados en las cuencas a mediano y largo plazo, razón por la cual la gestión de socios y la consecución de recursos financieros para la Corporación CuencaVerde son factores claves de éxito.

La meta financiera definida para la atención de las áreas prioritarias de conservación es de USD 23 millones.

La Corporación CuencaVerde tiene como asociados entidades públicas y privadas que son conscientes de la importancia del cuidado de nuestras fuentes abastecedoras de agua para la sostenibilidad de la sociedad y de los territorios en los que tenemos presencia. Estos socios son: Municipio de Medellín, EPM, Grupo Nutresa, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Postobón, Cornare, Coca Cola/Femsa y la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua (conformada por BID, Femsa, TNC, y Fmam) y con el apoyo como donante del Grupo Familia.

Se continuará con la gestión para la vinculación como asociados de otras entidades.

• Estructura y conformación del mecanismo

El mecanismo recomendado y que se utilizó para la creación del Fondo de Agua es una corporación con participación de entidades públicas y privadas, mixta, de régimen privado, con características que permitan la flexibilidad desde la conformación hasta la administración y liquidación en caso de requerirse, recaudación de recursos de diferentes fuentes de financiación (actores públicos, privados y cooperación internacional), agilidad, oportunidad y transparencia en el manejo de los recursos y los procesos de contratación.

Conclusiones

- El cuidado de las cuencas hidrográficas abastecedoras de agua para consumo humano debe ser una prioridad para toda la sociedad. Se puede garantizar su sostenibilidad en la medida que se reconozca la importancia del trabajo conjunto y articulado entre las comunidades, las entidades públicas y la empresa privada, de tal forma que se puedan aprovechar sinergias y se generen mayores impactos en términos de conservación y cuidado ambiental.
- Se deben resolver los problemas ambientales en el origen, es decir, en los procesos de deterioro de la calidad del agua a nivel de las cuencas hídricas.
- Los riesgos de alto impacto asociados a la disponibilidad de agua por calidad o cantidad son los ligados a la salud humana, afectación a las actividades productivas, operación de los sistemas de abastecimiento de agua y reputación.
- La Corporación CuencaVerde es un mecanismo innovador hacia la gestión integrada de los recursos, de cara a la sostenibilidad. “CuencaVerde un legado para el futuro”.
- Las alianzas estratégicas con actores públicos y privados garantizan inversiones en el largo plazo.
- La articulación y el trabajo conjunto con las administraciones municipales, comunidades, autoridades ambientales y otras entidades con presencia en las cuencas abastecedoras de agua, son factores claves de éxito para garantizar el cuidado de las cuencas y de los recursos hídricos.
- En el cuidado de las cuencas hidrográficas es necesario involucrar las comunidades y otros actores con presencia aguas arriba y aguas abajo de las cuencas. El cuidado de las cuencas y sus recursos hídricos es responsabilidad de todos.

- Los estudios técnicos son indispensables para la toma de decisiones adecuadas y para el logro del objetivo la Corporación.
- Realizar las inversiones donde el retorno es mayor en términos de conservación y restauración ambiental garantizan el cumplimiento de los objetivos de CuencaVerde.
- La mayor fortaleza de la Corporación es haber logrado vincular a entidades públicas y privadas en torno a un propósito común: la sostenibilidad de los territorios donde tenemos presencia.

Bibliografía

- PRÓSPERI, C. Las algas tóxicas y su efecto sobre el ambiente. Serie Verde: Cuadernos de Divulgación. Vol. 1, No.1. Córdoba: Universidad Libre del Ambiente, 1999. 8 p.



Los derechos humanos en EPM: un abordaje imperativo para la sostenibilidad

Oscar Darío Gómez Hoyos
Gerencia Desarrollo Sostenible
oscar.gomez@epm.com.co

Palabras clave:

Derechos Humanos, Sostenibilidad, Debida diligencia, Responsabilidad Social Empresarial, Marco Ruggie, EPM, Desarrollo Sostenible.

Resumen

El tema de los derechos humanos ingresó definitivamente al mundo de las prácticas empresariales por la puerta de la Responsabilidad Social. Un número cada vez más creciente de organizaciones está asumiendo el compromiso de reconocer los impactos que las decisiones empresariales pueden tener sobre el entorno y, a partir de ahí, definir enfoques de gestión en términos de la generación de valor para sus grupos de interés.

En ese marco, respetar los derechos humanos, desarrollar prácticas de debida diligencia con los aliados comerciales y garantizar mecanismos de remedio en casos de vulneración, son imperativos para las empresas en la vía de generar condiciones sostenibles para el entorno y propiciar la legitimación de sus operaciones.

Aunque hoy no existen herramientas con poder vinculante para las empresas a nivel internacional, en esta materia se avanza inexorablemente hacia una práctica cada vez menos discrecional.



Responsabilidad social empresarial



Por muchos años, el tema de los derechos humanos se percibió como algo asociado exclusivamente a la responsabilidad del Estado y, por lo tanto, ajeno al quehacer de las empresas. Quizás la razón principal para ello es que aunque el asunto trasciende ampliamente el aspecto normativo, su inscripción dentro de un ordenamiento legal internacional desarrollado al amparo de la Organización de Naciones Unidas, bajo la óptica de que son normas desarrolladas por los Estados y para los Estados, no impone responsabilidades jurídicas para las empresas. Y esto, por supuesto, en el pasado tuvo consecuencias claras en el ámbito de las prácticas empresariales. Si en su operación las compañías pueden generar empleo, inversión, desarrollo y condiciones de trabajo justas y equitativas -se pensaba-, entonces ¿cuál es el problema? y ¿para qué agregar una complicación más, cuando las cosas se hacen de la manera correcta?

Sin embargo, en la década de los noventa del siglo pasado, a partir de la fuerte expansión en todo el mundo del sector privado, el tema empezó a abordarse en la agenda sobre políticas globales y encontró respuesta en Naciones Unidas, organismo que preparó las denominadas “Normas sobre las corporaciones transnacionales y otras empresas comerciales”, a través de la Subcomisión de la Promoción y Protección de los Derechos Humanos, dependiente del Consejo Económico y Social de la ONU (CESNU).

Con estas normas se pretendía imponer en las empresas la misma gama de deberes respecto de los derechos humanos que han aceptado los Estados para sí, bajo el postulado de promoción y respeto. En esencia esta propuesta giraba en torno a cuatro principios básicos:

1. Las empresas en sí mismas tienen responsabilidades en virtud del derecho internacional de derechos humanos.
2. Estas responsabilidades se aplican en forma universal y cubren una amplia gama de derechos.
3. Los gobiernos nacionales deben actuar para proteger a las personas de los abusos cometidos por empresas.
4. El carácter transnacional del problema requiere que se monitoree el comportamiento de las empresas más allá de las fronteras nacionales y que existan mecanismos de aplicación para asegurar que cumplan con las normas y la correspondiente legislación nacional e internacional cuando operen fuera de sus fronteras.

A pesar de todo, las normas nunca se aprobaron al interior de Naciones Unidas, entre otras razones porque fueron objeto de rechazo por empresas y gobiernos, con argumentos tales como que no se distinguía claramente entre las obligaciones de derechos humanos de los Estados y las responsabilidades de las empresas. Por esto se constituyeron en un marco de referencia sin validez formal.

Sin embargo, aunque no existiera un marco jurídico internacional de carácter vinculante que obligara a las empresas a asumir prácticas determinadas en materia de derechos humanos, el tema siguió a cobrando fuerza a partir de reflexiones sobre todo éticas en torno a los efectos que se pueden derivar del ejercicio empresarial.

A pesar de que en su origen los mercados pueden tener la capacidad para generar impactos positivos en la sociedad, las cosas no siempre se hacen de la manera correcta y también se pueden presentar fallas que derivan en repercusiones negativas.

No siempre las empresas generan desarrollo y riqueza en su entorno, a veces incluso propician, consciente o inconscientemente, conductas que pueden traducirse en vulneraciones a los derechos humanos. Ejemplos de esto pueden ser condiciones de trabajo inferiores a las legales, atentar contra la libertad sindical o tolerar prácticas como el trabajo infantil o forzoso en su cadena de abastecimiento. Como bien lo ha dicho John Ruggie, el libre funcionamiento de los mercados puede acarrear serios riesgos para los derechos humanos, si el alcance y el poder de los actores económicos logran rebasar las bases institucionales sobre las que estos operan.

De esta manera, en el año 2000 el Secretario General de la ONU presentó la propuesta para crear el Pacto Mundial, la cual originalmente contenía un conjunto de nueve principios: los dos primeros, orientados justamente al compromiso de las empresas frente a los derechos humanos. Posteriormente, se agregó el décimo principio referente a la lucha contra la corrupción. El Pacto es una iniciativa voluntaria dirigida al sector empresarial que establece un marco de acción encaminado a la construcción de la legitimación social de los negocios y los mercados. En Colombia, cuenta actualmente con más de 410 empresas adheridas.

El nuevo marco mundial

Posterior a la iniciativa del Pacto Mundial, en 2005, la Comisión de Derechos Humanos de Naciones Unidas estableció un mandato para un Representante Especial del Secretario General "sobre el asunto de los derechos humanos y las corporaciones transnacionales y otras compañías". Se nombró entonces como representante al profesor John Ruggie de la Universidad de Harvard, quien había participado en la creación del Pacto Mundial y en la Declaración del Milenio como asesor de Kofi Annan.

Su mandato se desarrolló en tres etapas:

1. Identificar y aclarar las normas de derechos humanos relativas a la responsabilidad de las empresas, la cual realizó entre los años 2005 y 2007.
2. Como una extensión al mandato inicial, el Consejo de los Derechos Humanos amplió el mandato con el fin de que el profesor Ruggie presentara recomendaciones. Como resultado del ejercicio inicial, Ruggie observó que había muchas iniciativas que hacían referencia a las empresas y los derechos humanos, pero ninguna había alcanzado una escala suficiente como para convertirse en un referente único. Todas ellas existían de forma separada, no conformaban un sistema coherente ni proporcionaban un punto de encuentro en el que se enfocaran las expectativas de los diferentes grupos de interés de las organizaciones (trabajadores, clientes, comunidades y contratistas, fundamentalmente). Finalmente, en 2008 el Representante Especial produjo una sola recomendación: que el Consejo apoyara el marco "Proteger, Respetar y Remediar" que él mismo había desarrollado. El Consejo lo hizo y adoptó formalmente el marco.
3. El Consejo prorrogó de nuevo el mandato de su Representante Especial, con el encargo de que hiciera operativo el marco, es decir, que ofreciera recomendaciones concretas y prácticas para su implementación. Estas recomendaciones definitivamente fueron recogidas en los denominados Principios Rectores que aprobó el Consejo de Derechos Humanos el 16 de junio de 2011.

El Marco Ruggie, como se conoce hoy, se soporta en tres pilares fundamentales:

El primero, es el deber que tiene el Estado de brindar protección contra las violaciones de los derechos humanos a manos de terceros, entre los que se incluyen las empresas. Para hacer esto, el Estado debiera implementar políticas, normas y decisiones judiciales apropiadas. El segundo pilar, es la responsabilidad de las empresas de respetar los derechos humanos, lo cual significa que las compañías deben actuar con la debida diligencia para evitar violar los derechos de los demás y corregir los efectos negativos con los cuales están involucradas. Esta es la expectativa básica que tiene una sociedad respecto de las empresas con relación a los derechos humanos. El tercero, es la necesidad de que las víctimas tengan mayor acceso a un remedio eficaz, tanto judicial como extrajudicial. No siempre las cosas salen como se espera, así que en los casos en que se den vulneraciones es necesario mantener mecanismos que permitan el ajuste y corrección sobre las situaciones.

Con la adopción del marco propuesto por Ruggie y la posterior promulgación en 2011 de los Principios Rectores sobre empresas y derechos humanos, la Organización de Naciones Unidas dio un paso definitivo para dar claridad meridiana en torno a la responsabilidad que las empresas deben asumir frente al tema: evitar violar los derechos y manejar los impactos negativos asociados a ellos en su operación.

El hecho de que sea la Organización de Naciones Unidas la que proponga un marco de actuación, con unos principios de aplicación claros y sencillos, constituye sin lugar a dudas un hecho esclarecedor.

Y aunque los Principios Rectores se enmarcan en una iniciativa de soft law y por lo tanto no imponen responsabilidades jurídicas directas para las empresas, se han ido consolidando como una fuerza normativa que da respuesta a las expectativas sociales frente al comportamiento del mercado y la preocupación en torno a la existencia de fallas en el manejo de los negocios que puedan conllevar a una trasgresión de los derechos humanos.

En esta preocupación Naciones Unidas ha estado acompañada de una serie de iniciativas internacionales orientadas a brindar bases para que las empresas resuelvan sus dilemas en materia de derechos humanos, entre las que pudiéramos citar las Directrices de la OCDE, las normas de desempeño de la Corporación Financiera Internacional (CFI), la guía ISO 26000 y los índices de sostenibilidad adscritos a las bolsas internacionales, como el FTSE4Good y el Dow Jones Sustainability Index. Todas ellas con alusiones directas a los derechos humanos desde la gestión empresarial.

Responsabilidades empresariales en derechos humanos

De acuerdo con lo expuesto, existe entonces una doble razón por la que los negocios deben asumir la responsabilidad de respetar los derechos humanos. En primer lugar, es obligación de todos cumplir con las normas y leyes nacionales que protegen los derechos humanos. Esto no está en discusión. Tal vez un elemento relevante en este punto, en el que no se detienen mucho los análisis de las empresas, se refiere a las relaciones comerciales que se tienen con terceros, los riesgos que existen derivados de ello y, por supuesto, las consecuencias jurídicas que se pueden generar.

Las empresas pueden resultar involucradas en impactos adversos a los derechos humanos, bien sea a través de sus propias actividades o como consecuencia de sus relaciones comerciales con terceros, incluyendo las relaciones con socios comerciales, entidades que forman parte de su cadena de suministro y cualquier otra entidad estatal o no estatal conectada directamente con sus operaciones.

De acuerdo con las recomendaciones de John Ruggie, las obligaciones y responsabilidades de las empresas en este sentido están referidas al respeto mismo por los derechos humanos. Esta obligación tiene dos componentes: por una parte, abstenerse de adoptar conductas que constituyan en sí mismas violaciones a los derechos humanos y, por otra, la debida diligencia en la adopción de medidas empresariales encaminadas a prevenir, mitigar y reparar los efectos negativos de la operación en los derechos humanos.

En entornos complejos como el colombiano, las empresas tienen la responsabilidad de asegurar que sus operaciones no alimenten involuntariamente el conflicto o los abusos a los derechos humanos. Entre otros, podríamos citar algunos hechos como los siguientes que tornan más crítico el tema en el país:

- Economías ilegales (narcotráfico, presencia de grupos armados ilegales, crimen organizado).
- Eventuales excesos de algunos miembros de la fuerza pública.
- Potenciales y en algunos casos reales prácticas de empresas contratistas que no observan estándares aceptados internacionalmente.
- Mayor atención internacional sobre el país.

La segunda razón, quizás por encima de todo, por la cual el respeto por los derechos humanos a la luz de los compromisos en materia de sostenibilidad se constituye en una responsabilidad para asumir en la dinámica de los negocios, no es otra distinta a la reflexión ética, a partir del reconocimiento de los impactos que el ejercicio empresarial puede generar.

En esta vía se ubican las iniciativas internacionales que promueven la incorporación de este compromiso dentro de las prácticas de Responsabilidad Social Empresarial. La empresa no es un ente aislado, su quehacer no está circunscrito a una burbuja, está íntimamente ligado a las condiciones de su entorno y por esa razón difícilmente podrá alcanzar con éxito sus objetivos si se abstrae de la realidad que la rodea. De ahí la importancia de reconocer, como primer paso de la debida diligencia, tres aspectos fundamentales:

1. Evaluar las condiciones en materia de derechos humanos del entorno en el que se realizan las operaciones empresariales.
2. Evaluar las consecuencias negativas que la empresa provoque o contribuya a provocar real o potencialmente a través de sus propias actividades, incluyendo las relaciones con terceros.
3. Identificar los efectos que se pueden derivar de las actividades empresariales sobre los derechos humanos por condiciones de entorno.

Una buena forma de ilustrar esta doble connotación en materia de derechos humanos puede ser el ejemplo de la complicidad. En un momento dado pueden surgir cuestionamientos sobre complicidad cuando una empresa contribuye, o se percibe que contribuye, a impactos adversos sobre los derechos humanos causados por terceros. La Guía ISO 26000 identifica tres tipos de complicidad: la directa cuando una organización, a sabiendas, ayuda a vulnerar los derechos humanos; la beneficiosa, cuando la organización se beneficia de los abusos que otros cometen y la tácita cuando la organización no denuncia ante las autoridades violaciones de Derechos Humanos que llegan a su conocimiento.

Como un asunto legal, la mayoría de las jurisdicciones nacionales prohíben la complicidad en la comisión de un delito y muchas tipifican la responsabilidad penal de las empresas en tales casos, lo que significaría la comparecencia de la empresa a estrados judiciales para hacer su defensa. Por otro lado, en materia civil, el cuestionamiento podría derivar en demandas civiles bajo el supuesto de la presunta contribución de una empresa a una lesión.

Como asunto extralegal, con evidentes consecuencias reputacionales, las empresas pueden ser percibidas como "cómplices" de las actuaciones de otros, por ejemplo, cuando se descubre que se benefician de un abuso cometido por el tercero.

En ese sentido respetar los derechos humanos debe ser una norma global de conducta que involucre a todas las empresas dondequiera que operen, independientemente de su tamaño, y como lo plantean los Principios Rectores implica que sus actuaciones deben tener como principio la debida diligencia para evitar violar los derechos de los demás y corregir los efectos negativos con los cuales pudieran verse directa o indirectamente involucradas.

El caso de EPM

A partir del reconocimiento de las expectativas que tiene la sociedad frente a la operación empresarial, en el año 2011 EPM emprendió la tarea de implementar un modelo de trabajo institucional alrededor de los derechos humanos, como un paso definitivo en la construcción de relaciones de confianza con todos sus grupos de interés, entendiendo y abordando sus preocupaciones y proporcionando una base que integre la responsabilidad de respetar la dignidad humana a través de todas las operaciones empresariales.

La decisión de abordar los derechos humanos estaba tomada en EPM desde antes de hacer una declaratoria explícita y formal e incluso antes de que la ONU hiciera público el marco de Derechos Humanos y empresas. Se derivó del compromiso de contribuir al desarrollo humano sostenible y de actuar bajo preceptos de responsabilidad social, reconociendo los impactos que las decisiones empresariales tienen sobre los grupos de interés, tal y como lo enuncia el modelo de RSE del Grupo EPM.

Así que el paso siguiente, una vez reconocido este aspecto como fundamental en una gestión comprometida con la sostenibilidad, fue implementar un modelo de trabajo institucional alrededor de los derechos humanos, orientado a visibilizar interna y externamente los derechos humanos en la gestión de la empresa.

De acuerdo con lo recomendado por los Principios Rectores, el paso inicial para llevar a cabo una debida diligencia en la empresa es identificar y evaluar la naturaleza de los impactos adversos reales y potenciales sobre los derechos humanos en los cuales pueda verse involucrada. Con este fin, EPM emprendió el ejercicio de identificación de los riesgos institucionales en derechos humanos, en el cual se identificaron vulnerabilidades de entorno y de

operación, definidas las primeras como aquellos hechos y circunstancias que generan fragilidad general en el entorno y que ofrecen a los agentes capacidad o interés para la generación de daños. Las segundas, por su parte, se definen como condiciones o situaciones de la operación que pueden generar la proclividad de un agente para causar daño.

El paso que se dio a continuación fue el de hacer público el compromiso de respeto y promoción de los derechos humanos a través de la política institucional, por medio de la cual se establecen líneas de actuación dirigidas a desarrollar los objetivos del marco estratégico en derechos humanos y se orienta la acción del conjunto de operadores directos e indirectos de la empresa. Esta política constituye hoy un elemento clave en la relación con los proveedores y contratistas, a quienes se les pide un cumplimiento estricto de los postulados contenidos en la misma.

En camino están la definición de indicadores de cumplimiento de la política, el diseño y operación de un mecanismo de quejas y reclamos atento a derechos humanos y la promoción y despliegue de este tema en la cadena de abastecimiento.

La Política institucional de Derechos Humanos

Partiendo del reconocimiento de que cada ser humano es sujeto de derechos, EPM se compromete a cumplir y promover el acatamiento de lo consagrado en la Carta Universal de los Derechos Humanos y sus protocolos, convenciones y pactos vinculantes, incluidos el Derecho Internacional Humanitario y lo dispuesto por la Constitución Política y el marco legal colombiano. Para la entidad, es un reto en términos de su propia sostenibilidad y lo asume como contribución suya a la generación de valor social, económico y ambiental.

Este compromiso se verá reflejado en el desarrollo de todos los proyectos y procesos, al tiempo que estará alineado con las políticas de Responsabilidad Social Empresarial, Ambiental y de Gestión del Talento Humano, en coherencia con los principios del Pacto Global, con las directrices de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) en la perspectiva de las empresas multinacionales y, así mismo, con los principios rectores para la implementación del marco de la Organización de Naciones Unidas: "Proteger, respetar y remediar".

Un punto fundamental tiene que ver con la formación que se desarrollará próximamente con diferentes áreas internas para interiorizar los compromisos derivados de la política y propiciar su despliegue en programas e iniciativas de la empresa.

Todo esto con la convicción de que cada vez es más importante consolidar el abordaje de los derechos humanos para garantizar una operación transparente y responsable de la organización, y al mismo tiempo incentivar y promover prácticas en la cadena de suministro y en la sociedad en general, con la convicción de que de esta manera se están haciendo aportes tangibles para la sostenibilidad del país y la región.

Lineamientos de la Política de Derechos Humanos

1. Trabajo decente

En el desarrollo de los proyectos y procesos no se permitirán prácticas discriminatorias, trabajo forzado o bajo coacción, y se promoverá la remuneración justa, la libertad de asociación, la gestión del riesgo sicosocial y el mantenimiento de ambientes de trabajo seguros y saludables.

2. Prohibición de empleo de mano de obra infantil

En el desarrollo de los proyectos y procesos no se permitirá el empleo de mano de obra infantil.

3. Seguridad y derechos humanos

En los contratos y convenios de servicios de vigilancia y seguridad con firmas privadas y organismos de seguridad del Estado, se incluirán explícitamente compromisos de respeto y promoción de los derechos humanos.

En ningún caso se aceptará la prestación de estos servicios por parte de actores sociales que estén por fuera del marco constitucional y legal.

4. Respeto por los derechos de minorías étnicas

En el desarrollo de los proyectos y procesos se tomarán las medidas necesarias para promover el respeto por los usos, las costumbres y la cultura de las comunidades étnicas asentadas en los entornos en los que la empresa hace presencia.

5. Derechos humanos en la cadena de aprovisionamiento

EPM promoverá en su cadena de suministro la inserción de prácticas y la adopción de instrumentos congruentes con el respeto de los derechos humanos.

6. No relacionamiento con grupos ilegales

No se reconocerán como interlocutores válidos ni se establecerán relaciones institucionales con grupos ilegales ni actores sociales que estén al margen de la Constitución y la ley.

7. Derechos humanos y grupos de interés

EPM propenderá a generar espacios de diálogo con sus grupos de interés para abordar asuntos relacionados con derechos humanos en los proyectos y procesos.

8. Promoción de la equidad de género

Tanto en el desarrollo de los proyectos y procesos, como en su área de influencia, EPM promoverá prácticas que reflejen el respeto por la equidad de género.

9. Cumplimiento de la política

EPM monitoreará al cumplimiento de estos compromisos y logros, de acuerdo con estándares internacionalmente aceptados.



Bibliografía

- COMISIÓN DE DERECHOS HUMANOS. Subcomisión de Promoción y Protección de los Derechos Humanos. 55º período de sesiones. Derechos Económicos, Sociales y Culturales: Comentario relativo a las normas sobre las responsabilidades de las empresas transnacionales y otras empresas comerciales en la esfera de los derechos humanos. E/CN.4/Sub.2/2003/38/. Rev.1. Washington: Naciones Unidas, 2003.
- ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. La responsabilidad cívica de las empresas en la economía mundial: El Pacto Mundial. Washington: ONU, 2005.
- RED INTERNACIONAL PARA LOS DERECHOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y CULTURALES (Red-DESC). Incidencia en temas de empresas y derechos humanos en el marco de las Naciones Unidas. Disponible en Internet: www.red-desc.org. [citado el 30 septiembre de 2013].
- RED PACTO GLOBAL COLOMBIA. ¿Qué es el Pacto Global?, consultado en Internet: <http://www.pactoglobal-colombia.org/quees.html>



Gestión de emisiones GEI de EPM

Natalia Posada Jaramillo¹
Vicepresidencia Comunicaciones y
Relaciones Corporativas
Gerencia Relaciones Externas
natalia.posada@epm.com.co

Palabras clave:

Gases de Efecto Invernadero, Huella de Carbono, Emisiones de Gas, Grupo EPM, Sumidero de CO₂, Plan Ambiental Estratégico 2012-2015, Eficiencia Energética.

Resumen

EPM genera emisiones de GEI en el desarrollo de las actividades que realiza para la prestación de servicios de generación, transmisión y distribución de energía; distribución y comercialización de gas, y acueducto y alcantarillado. Consciente de la importancia de reducirlas o compensarlas, en el plan de acción de la Estrategia de Cambio Climático 2012 – 2018² se propuso como objetivo específico “Desarrollar nuevos proyectos y dar continuidad a proyectos existentes que aportan a la reducción de emisiones de GEI y conservación de sumideros de CO₂”.

Este artículo contiene el análisis que se realizó de los resultados de inventarios de Gases Efecto Invernadero de 2008 a 2012 y sus posibles escenarios o alternativas para mitigarlas.

¹ Este artículo se basa en el documento “Gestión emisiones de GEI de EPM”, elaborado por la Subdirección Medio Ambiente de EPM y revisado por representantes del Equipo de Cambio Climático de I+D Energía y la Subgerencia de Sostenibilidad Ituango.

² El Grupo EPM cuenta con un Plan Ambiental Estratégico (PAE) 2012 – 2015, con 5 ejes temáticos, uno de ellos orientado hacia la gestión del cambio climático, para lo cual EPM tiene la Estrategia de Cambio Climático (ECC), entendida como “el conjunto de objetivos, metas, declaratoria, lineamientos estratégicos, plan de acción, plan de monitoreo y seguimiento, que se llevarán a cabo para lograr una gestión integral de los temas relacionados con el cambio y la variabilidad climática”.

Introducción

Toda actividad realizada por las personas y las organizaciones que implique consumo de energía, quema de combustibles fósiles (como carbón, gasolina, diesel, fuel oil y gas natural) y producción de metano, entre otras, generan GEI (Gases de Efecto Invernadero).

Los principales GEI son H₂O (vapor de agua), CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (Metano), N₂O (Óxido Nitroso), SF₆ (Hexafluoruro de Azufre), HFC (hidrofluorocarbonos) y los PFC (perfluorocarbonos)³.

La huella de carbono es el indicador que mide la producción de los GEI, a través del inventario de las emisiones que se generan durante el ciclo de vida (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo) de un producto o una actividad. Los resultados individuales de cada gas se llevan a unidades de CO₂e (dióxido de carbono equivalente) mediante factores de conversión establecidos por el potencial del calentamiento⁴.

Alcance del inventario GEI de EPM

EPM, con la firma consultora MGM Innova, hizo el inventario de las emisiones de GEI generadas por sus actividades en los años 2008 y 2009, con la metodología del "Protocolo de GEI"⁵. Posteriormente, la empresa realizó los inventarios de los años siguientes y afinó la recolección de la información base para la elaboración de los mismos e incluyó otras fuentes de generación de emisiones GEI.

Estos inventarios incluyeron las emisiones directas conocidas como "alcance 1", asociadas a actividades o procesos controlados por la empresa, principalmente por el consumo de combustibles fósiles y mantenimiento de refrigerantes, aires acondicionados y subestaciones de energía; y las emisiones indirectas o "alcance 2", producidas por el consumo de energía eléctrica suministrado por fuentes externas. Así mismo, se identificó el tipo de fuente de las emisiones: fijas (en un lugar determinado, por ejemplo, un ducto o chimenea), móviles (por transporte) y fugitivas (esporádicas y dispersas como las canteras)⁶. Ver figura 1.

La generación de energía eléctrica abarcó la estimación de emisiones en 27 centrales hidroeléctricas, la térmica La Sierra, el Parque Eólico Jepirachi y las minas de carbón de La Guali. Originó emisiones fugitivas de CH₄ y CO₂ por la descomposición de materia orgánica en los embalses (con valores de casi cero), y CH₄, CO₂, N₂O por combustión fija en el consumo de combustibles fósiles y de energía eléctrica en sus operaciones.

De otra parte, la T&D (transmisión y distribución de energía) también generó emisiones de CH₄, CO₂ y N₂O asociadas al consumo de energía eléctrica y a las pérdidas técnicas, es decir, pérdidas de energía eléctrica debidas al proceso mismo de T&D. Adicionalmente, esta actividad emitió SF₆ utilizado como aislante en las subestaciones eléctricas.

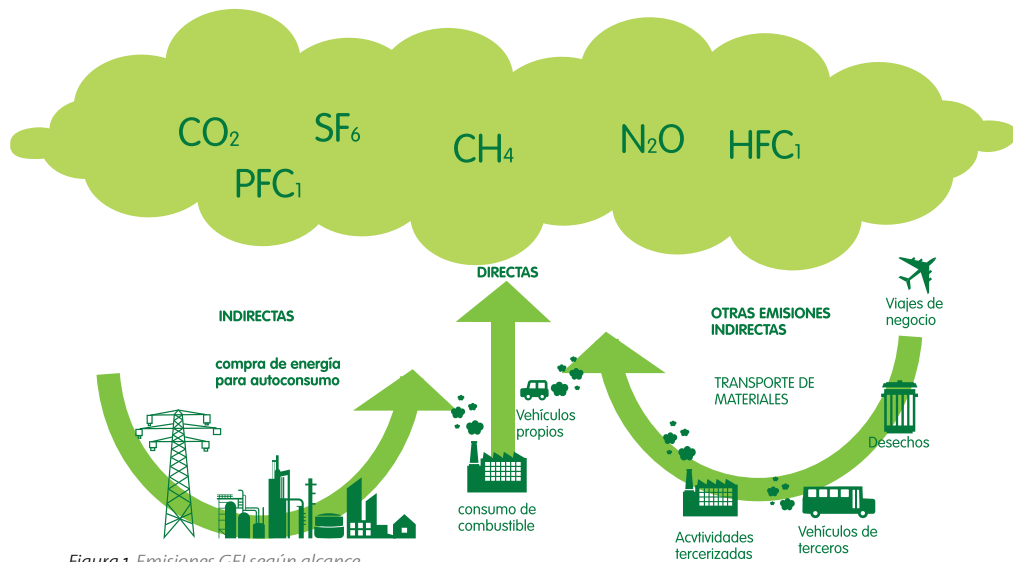


Figura 1. Emisiones GEI según alcance.

Fuente: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/1664>.

³ Fuente: <http://www.cambioclimatico.gov.co/jsp/2531>. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

⁴ <http://www.huellacarbono.es>. EPEA (Asociación de Empresas de Productos Ecológicos de Andalucía).

⁵ Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada), GHG Protocol, 2003

⁶ Otras emisiones indirectas o "alcance 3" no se incluyeron. De acuerdo con el "GHG Protocol", este se puede o no estimar por las empresas.



Planta de tratamiento de aguas residuales San Fernando, sur del área metropolitana del Valle de Aburrá.

El proceso de transporte y distribución de gas emitió CH_4 , CO_2 y N_2O por el consumo de energía eléctrica en sus operaciones y de combustibles fósiles en los vehículos que transportan el gas. Igualmente, se registraron emisiones fugitivas por pérdidas de gas (debido principalmente a hurtos de terceros) que generaron CH_4 y CO_2 .

Los procesos de potabilización de agua en las 10 plantas de tratamiento de agua potable -PTAP-, distribución de agua potable y recolección de aguas residuales emitieron CH_4 , CO_2 y N_2O por combustión fija en el consumo de combustibles fósiles de los equipos y de energía eléctrica en sus operaciones.

El tratamiento de las aguas residuales en las dos plantas -PTAR- de EPM generó, además de las emisiones de los procesos anteriores, emisiones fugitivas de N_2O . Cabe anotar que las emisiones de CH_4 producidas por la descomposición de materia orgánica se usaron para producir biogás, el cual suplió aproximadamente por año el 30% de la energía que necesitó el proceso. Estas emisiones fueron evitadas porque no llegaron a la atmósfera.

Otras emisiones fueron asociadas a las actividades administrativas que incluyeron el consumo de energía eléctrica, las emisiones fugitivas de HFC y los HCFC en equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como el consumo de combustibles fósiles en la flota de vehículos usados por los funcionarios para las operaciones de la empresa.

Por último, se consideraron las plantaciones forestales y bosques de EPM como un factor de remoción de GEI y, por ende, se restan en el inventario.

Resultados y análisis de los inventarios de GEI

Los principales métodos para estimar las emisiones, fueron calculados a partir de factores de emisión definidos por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética)⁷ para cada tipo de combustible y del potencial de calentamiento global para los GEI⁸ (CO₂, N₂O, CH₄, SF₆ y gases fluorados y perfluorados).

Durante el periodo 2008 a 2012, EPM estimó emisiones de GEI totales en 1, 685, 879 Ton de CO₂ e. Aunque cada año mostró un valor relativamente diferente, puede afirmarse que en promedio cada año la empresa generó 337,176 Ton de CO₂ e.

Las emisiones dependieron de factores externos como la demanda de energía y agua, las condiciones climáticas del país, las pérdidas técnicas y no técnicas en la distribución y transmisión de energía, o pérdidas asociadas a terceros en la distribución de gas. El año con mayores emisiones fue 2010 con 573,409.06 Ton de CO₂ y el de menores 2011 con 81,964.83 Ton de CO₂, (ver tabla 1 y figura 2).

“Las emisiones dependieron de factores externos como la demanda de energía y agua, las condiciones climáticas del país, las pérdidas técnicas y no técnicas en la distribución y transmisión de energía, o pérdidas asociadas a terceros en la distribución de gas.”

Tabla 1.
Emisiones de GEI

	2008	2009	2010	2011	2012	Total 2008 - 2012
Emisiones (tCO ₂ e)	147,711.48	493,462.90	573,409.06	81,964.83	389,331.10	1,685,879.38
Porcentaje (%)	8.8	29.3	34.0	4.9	23.1	100.0

⁷ Según directrices del IPCC los factores de emisión están ajustados para Colombia por la UPME, Unidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía. IPCC: Panel o Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático creado por la OMM (Organización Meteorológica Mundial) y el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Fuente: MGM Innova – EPM, Inventario GEI 2008-2009. 2011.

⁸ El potencial de calentamiento se refiere a la medida en la que un determinado GEI contribuye al calentamiento global. Los valores usados fueron los aprobados por el Protocolo de Kioto para su primer periodo de compromiso (2008-2012) - Panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), 1996. Fuente: MGM Innova – EPM, Inventario GEI 2008-2009. 2011.

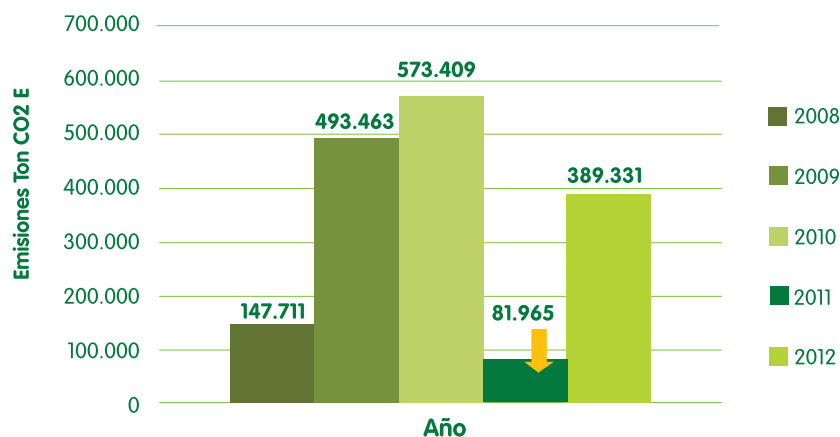


Figura 2. Emisiones de GEI.
Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de los inventarios de GEI que realizó la Subdirección Investigación y Desarrollo Energía.

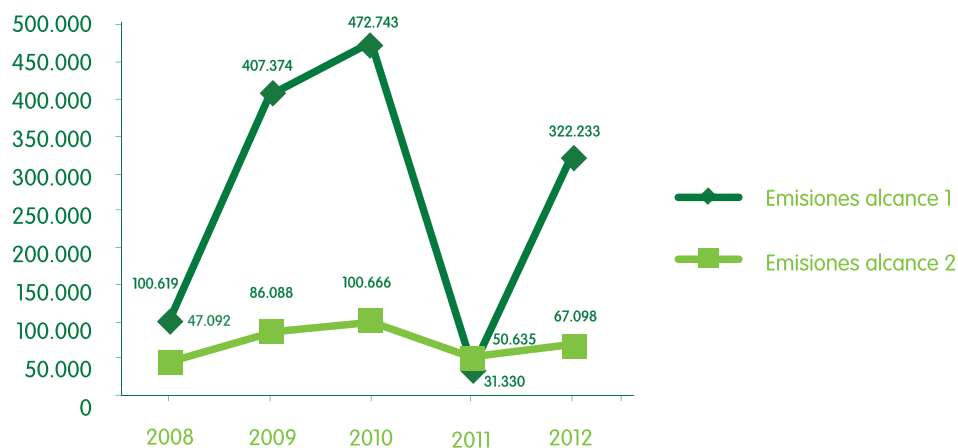


Figura 3. Total emisiones de CO2 e por alcance.
Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de los inventarios de GEI que realizó la Subdirección Investigación y Desarrollo Energía.

Se hizo un análisis de lo general a lo particular, lo cual significa que se revisaron los resultados por alcance, luego por fuente, y por ultimo por proceso, para determinar cuál es o cuáles son los factores relevantes del inventario.

La Figura 3 indicó que las variaciones en las emisiones año a año estaban asociadas a las de alcance 1, emisiones directas de la empresa (principalmente consumos de combustibles fósiles) ya que las emisiones de alcance 2, emisiones indirectas (consumo de energía eléctrica) tuvieron un comportamiento relativamente similar en todos los años, (ver figura 3).

Las emisiones por tipo de fuente, fugitiva y móvil, dieron los resultados más bajos y similares para todos los años, mientras que las emisiones de fuentes fijas mostraron los valores más significativos y un comportamiento variable año a año (ver figura 4).

Con este análisis se acotó que los factores relevantes en el inventario de las emisiones de GEI estaban asociados al alcance 1 y a las fuentes fijas. ¿Cuáles de los procesos influyeron?

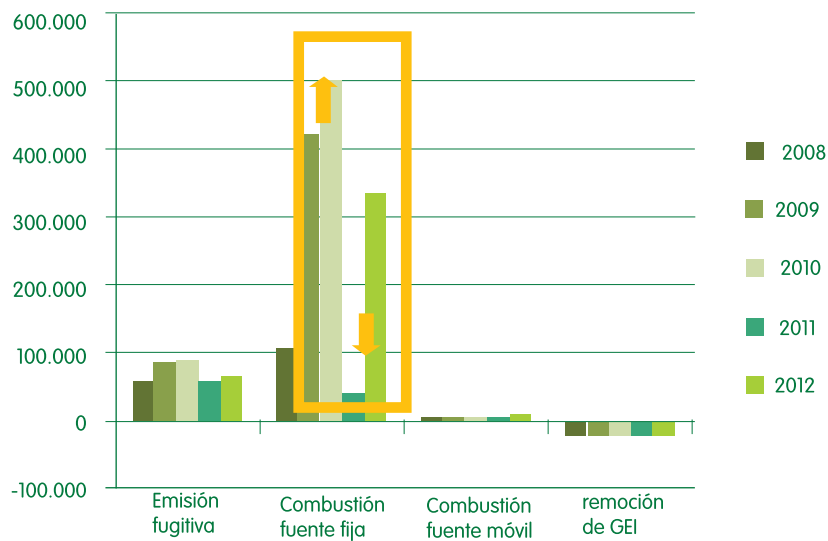


Figura 4. Total emisiones de CO₂ e por fuente.

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de los inventarios de GEI que realizó la Subdirección Investigación y Desarrollo Energía.

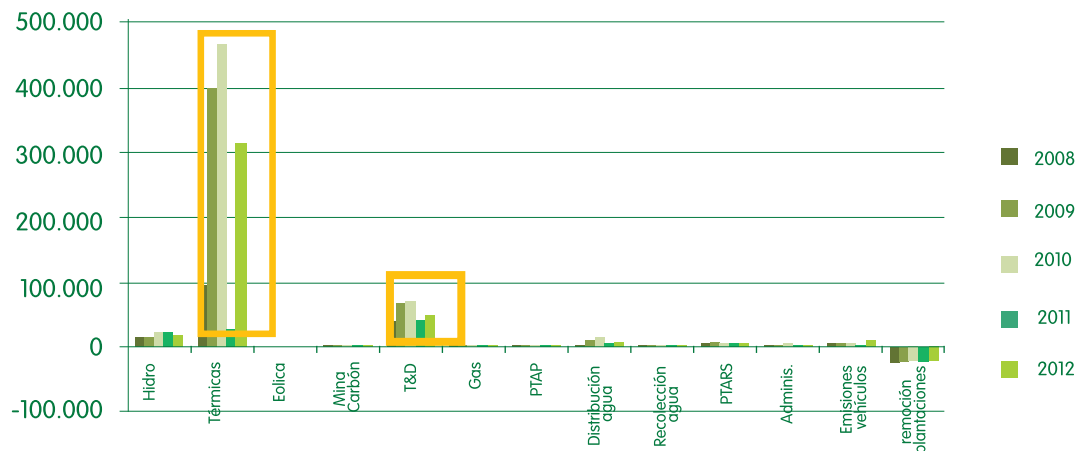


Figura 5. Total emisiones de CO₂ e por actividad.

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de los inventarios de GEI que realizó la Subdirección Investigación y Desarrollo Energía.

La figura 5 ilustra las emisiones por año de cada proceso y evidenció que las emisiones más significativas y de mayor variabilidad son las emisiones asociadas a la termoeléctrica La Sierra, seguidas de las de T&D ocasionadas por las pérdidas de electricidad del sistema.

La Figura 6 muestra la relación que se dio entre la generación de energía de la termoeléctrica La Sierra y sus emisiones. Los años con mayores emisiones en su orden fueron 2010, 2009 y 2012, y las menores 2008 y 2011. En

este punto hay que considerar que en la operación de esta termoeléctrica uno de los factores que incidió fue la condición del fenómeno de “El Niño” que se presentó en el 2010, en el que el Gobierno Nacional intervino el mercado de energía y se generó con la térmica la Sierra para atender parte de la demanda del país.

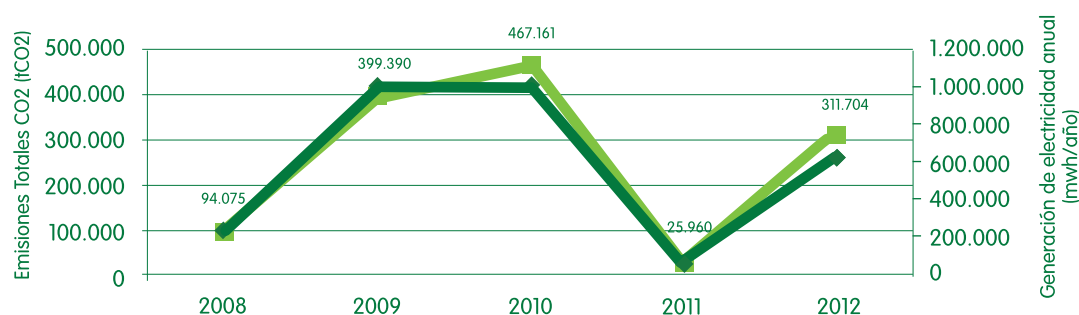


Figura 6. Emisiones de CO₂ e vs. Generación de Energía, térmica La Sierra.

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados de los inventarios de GEI que realizó la Subdirección Investigación y Desarrollo Energía.

Análisis del inventario de GEI vs. la posibilidad de generar metas de reducción de emisiones de GEI⁹

Si bien EPM genera emisiones de GEI, también es consciente de la importancia de reducirlas o compensarlas. Por esta razón, uno de los objetivos del plan de acción de la Estrategia de Cambio Climático 2012 – 2018 es “Desarrollar nuevos proyectos y dar continuidad a proyectos existentes que aportan a la reducción de emisiones de GEI y conservación de sumideros de CO₂.”

De las 1, 685, 879 Ton CO₂ e emitidas en los últimos cinco años, el análisis por proceso mostró que el 83% se dio en la generación de energía con 1, 392, 887 Ton CO₂ e, de las cuales el 93.9% (1,308,528 Ton CO₂ e) corresponde a la termoeléctrica La Sierra.

“EPM no tiene considerada meta de reducción de emisiones, toda vez que su generación es principalmente renovable y la energía térmica que compone su mix es necesaria para la confiabilidad en la atención de la demanda¹⁰. Por ejemplo, para el período 2008-2012, la generación de energía con fuentes renovables correspondió al 95.8% (95.4% de hidro y 0.4% de eólica) y el 4.2% restante provino de energía térmica.

De otra parte, proponer metas de reducción para el proceso de transmisión y distribución de energía, que representaron el 16% del inventario de GEI, en los análisis costo-beneficio y tecnología existente no muestran viabilidad. Actualmente se tienen pérdidas no técnicas de EPM muy por debajo de las permitidas en Colombia.

Para otros procesos, como acueducto y alcantarillado, tampoco es recomendable ya que en épocas de baja hidrología para cubrir la demanda de acueducto es necesario realizar bombeos, que, por ende, generan un mayor consumo de energía. Para los procesos de gas y administrativos no se plantean metas de reducción porque no tendrían impacto relevante en el inventario.

En conclusión, las dificultades para pronosticar con suficiente antelación las condiciones hidrológicas en el país, impiden proponer metas de reducción de emisiones en el largo plazo¹¹.

No obstante esta situación, en su declaratoria de cambio climático EPM adquirió de manera voluntaria el compromiso de mantener su factor emisión¹² en Colombia por debajo del factor de emisión del Sector Eléctrico Nacional. Esto implica un seguimiento continuo del factor de emisión del Sector Eléctrico Nacional, que es considerado igualmente bajo, comparado con las emisiones mundiales, e involucrar esta variable en los análisis de las opciones de inversión o estudio de nuevos proyectos.

⁹ Los análisis expuestos resultan de las diferentes reuniones realizadas en el equipo base de cambio climático de EPM, durante 2011 a 2013.

¹⁰ Fuente: Equipo Cambio Climático. En respuesta a cuestionario Dow Jones para el Índice de Sostenibilidad. 2013

¹¹ Fuente: Equipo Cambio Climático. En respuesta a cuestionario Dow Jones para el Índice de Sostenibilidad. 2013

¹² El factor de emisión se refiere a las Ton CO₂ e por MWh (Megavatio hora) generado.

Análisis del inventario de GEI vs. la posibilidad de compensar las emisiones GEI

Ante esta situación, la empresa quiso explorar otras alternativas como la compensación de estas emisiones a través de proyectos de reducción de emisiones o eficiencia energética.

Actualmente se tienen en Colombia seis proyectos de reducción de emisiones (ver figura 7) que a continuación se describen:

Proyecto Parque Eólico Jepírachi: localizado en el Municipio de Uribí, departamento de La Guajira, y registrado desde 2002 ante la UNFCCC (Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático). Se estiman 25,631 Ton de CO₂ /año de emisiones evitadas por la generación de energía proveniente de fuentes alternativas renovables (viento). Se encuentra en el segundo periodo crediticio¹⁴ que termina en enero de 2018¹⁵.

Proyecto Minicentrales La Vuelta y La Herradura: La Vuelta está ubicada en entre los municipios de Frontino y Abriaquí, y La Herradura en los límites de Cañasgordas y Frontino, departamento de Antioquia. Registrado desde 2004 ante la UNFCCC, se estiman 50,978 Ton de CO₂ /año de emisiones evitadas por la generación de energía a filo de agua –fuente renovable (sin embalse se aprovecha la caída). En 2012 finalizó el primer periodo crediticio y está en proceso de evaluación interna para registro del segundo periodo crediticio¹⁶.



Parque Eólico Jepírachi



Minicentrales La Vuelta y La Herradura



PTAR Bello



Proyecto hidroeléctrico Ituango ¹³



Figura 7. Proyectos de reducción de emisiones.

¹³ Este proyecto tiene otros socios además de EPM.

¹⁴ Es el periodo de registro de un proyecto ante UNFCCC como proyecto MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio).

¹⁵ Fuente: Oscar A. Fernández. Profesional Subdirección Investigación y Desarrollo. Miembro del Equipo de Cambio Climático. Proyecto liderado por Walter Ríos, profesional del Área de Operación de Proyectos.

¹⁶ Ídem.

Proyecto PTAR Bello: comprende la formulación, diseño e implementación del ciclo de proyecto MDL para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales -PTAR- Bello que está actualmente en construcción en el municipio antioqueño del mismo nombre de la planta. Está en proceso de validación para su registro ante a UNFCCC y por este proyecto se espera tener emisiones evitadas de 60,000 Ton de CO₂ / año y adicionalmente se hará captura y aprovechamiento, para generación de energía, del biogás que se generará en el proceso de estabilización del biosólido¹⁷.

Proyecto Ituango: incluye formulación, diseño y registro del proyecto Hidroeléctrica Ituango en mercados voluntarios (MV) bajo el estándar del VCS (por sus siglas en inglés: Verified Carbon Standard). El proyecto ya fue aceptado por el estándar y se espera tener emisiones evitadas de 4,383,000 Ton de CO₂ e por generación de energía a partir de fuente renovable (agua)¹⁸. Este proyecto lo comparte EPM con otros propietarios.

Proyecto REDD+: proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD) en bosques naturales de EPM ubicados en los municipios de Amalfi, Anorí, Yolombó, Carolina del Príncipe, Gómez Plata, Guadalupe, Santa Rosa de Osos, San Pedro, Donmatías y Entreríos (Antioquia), y asociados a las hidroeléctricas Troneras y Miraflores; Riogrande I y II, y Porce II y III.

Tiene como objetivo garantizar la protección de estos bosques a través del fortalecimiento de las siguientes actividades: gestión predial, producción de árboles, fomento a la reforestación, programa Aldeas, fortalecimiento de las organizaciones comunitarias de la región, programa de estufas eficientes, programa de educación ambiental, programa de contratación social y corredor biológico.

Actualmente el proceso está en la etapa de validación y se espera obtener su registro bajo el estándar Clima, Comunidad y Biodiversidad (CCBS – Climate, Community and Biodiversity) en este año¹⁹. Hace parte de los compromisos asumidos en la declaratoria de cambio climático de la empresa y busca contribuir al Plan Nacional de Adaptación y a la estrategia nacional REDD+.

Para analizar la compensación de estas emisiones año promedio (337,176 Ton de CO₂ e), en la Tabla 2, se presenta un panorama de las emisiones evitadas (estimadas) del portafolio de proyectos teniendo en cuenta las fechas en que se podría contar con estas.

Esta alternativa a la fecha tiene las siguientes premisas:

- Proyecto Jepírachi. Se podría contar con la emisiones para compensar las de la empresa a partir del 2019, fecha en la que vence el segundo periodo crediticio.

Tabla 2.
Emisiones evitadas (estimadas) por los proyectos de reducción de emisiones y sumidero de bosques de EPM, para posible compensación

Nombre del proyecto	Emisiones evitadas Ton de CO ₂ /año	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021
Jepírachi	25,631							25,631	25,631	25,631
La Vuelta y La Herradura	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978	50,978
PTAR Bello	60,000				60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Ituango	4,383,000							4,383,000	4,383,000	4,383,000
REDD +	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462	5,462
Sumidero bosques	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000
Total emisiones	4,548,071	79,440	79,440	79,440	139,440	139,440	139,440	4,548,071	4,548,071	4,548,071

17 Fuente: Luceny Duque. Profesional recientemente jubilada del área de aguas residuales de EPM. Fue miembro del Equipo de Cambio Climático y lideró este proyecto.
18 Fuente: José Alejandro Urrego. Profesional de Subgerencia Sostenibilidad Ituango de EPM. Líder de este proyecto. Miembro del Equipo de Cambio Climático.
19 Fuente: MGM Innova. PDD Versión. Octubre de 2013. Luis Fernando Salazar, Jaime Aramburo e Iván Pineda, profesionales del Área Planeación Energía de EPM, lideran este proyecto.

- Proyecto La Vuelta y La Herradura. Sujeto a resultados de la nueva validación.
- PTAR Bello. Proyecto en trámite, sujeto a la aprobación final de UNFCCC.
- Hidroeléctrica Ituango. Proyecto registrado, sujeto al inicio de la operación (2019) y al acuerdo que se haga con los dueños del proyecto Ituango. EPM tiene el 49% de participación.
- Proyecto REDD +. Proyecto en trámite, sujeto a la aprobación final de CCB.
- Para el 2013 las emisiones no son seguras porque dependen del registro de estos proyectos.

Plan de Compensación de Emisiones²⁰

Con estas condiciones, se proponen los tres siguientes escenarios para el plan de compensación.

Primer escenario de 2013 a 2015 o 2014 a 2015, emisiones evitadas de 79,440 Ton de CO2/año. Estas emisiones no logran compensar la totalidad de las emisiones promedio año que se estiman en 337,176 Ton de CO2 e, pero se podría pensar en compensar en su totalidad las emisiones de algunas de las actividades de la empresa o utilizarlas para reducir las emisiones totales. No es recomendable comprometerse con un porcentaje de reducción, que para el caso podría ser 23%, dado que las emisiones de la empresa año a año son muy variables, es decir, no tienen comportamientos similares.

Segundo escenario de 2016 a 2018, emisiones evitadas de 139,440 Ton de CO2/año. Estas emisiones tampoco logran compensar la totalidad de las emisiones promedio año, pero podría implementarse una de las propuestas del primer escenario.

Tercer escenario de 2019 a 2021, emisiones evitadas de 4,616,162 Ton de CO2 /año. Con estas emisiones se logra compensar la totalidad de las emisiones promedio año que se estiman y el excedente que le quedará podría comercializarse, dependiendo del acuerdo que se logre con los propietarios del proyecto.

Análisis económico

Teniendo en cuenta las condiciones del precio de los CERS y VERS, a julio de 2013, en el mercado de carbono y la entrada en operación de algunos de los proyectos, se estiman los siguientes ingresos en USD\$, por venta de estos, en dos escenarios, y asumiendo que se pagaría lo mismo por CERS o VERS es (Tabla 3).

Dado que el valor de los CERS ha presentado una caída significativa en los últimos años, la empresa evaluará la pertinencia de vender estos o utilizarlos para la compensación.

Tabla 3.
Ingresos estimados por venta de CERS/VERS

Valor CERS/ VERS	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019...2029
USD 1	25,631	82,071	82,071	142,071	142,071	142,071	4,525,071
USD 0.7	17,942	57,450	57,450	99,450	99,450	99,450	3,167,550

20 La propuesta de este plan fue validada por los enlaces de los inventarios que participaron en las reuniones del Equipo base de cambio climático. Pendiente de revisión.



Parque eólico Jepírachi, en La Guajira colombiana.



Bibliografía

- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS DE ANDALUCÍA. Consulta realizada en: <http://www.huellacarbono.es>. Medellín: La Asociación, 2013.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Respuestas 2.5. Cuestionario Dow Jones para el Índice de Sostenibilidad. Medellín: EPM, Equipo Cambio Climático, 2013.
- FERNÁNDEZ TABORDA, Óscar A. Inventarios de Gases de Efecto Invernadero 2010, 2011, 2012. [Archivos Excel]. Medellín: EPM, Subdirección Investigación y Desarrollo Energía, 2012.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Consulta realizada en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/jsp/2531>. Medellín: El Instituto, 2013.
- MGM INNOVA Y EPM. Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Empresas Públicas de Medellín 2008-2009: Informe Final. Medellín: MGM INNOVA; EPM, 2011.
- MGM INNOVA Y EPM. PDD Proyecto Reducción de emisiones debidas a la degradación y deforestación de bosques (Documento en revisión). Medellín: MGM INNOVA Y EPM, 2013.
- MINISTERIO DE AMBIENTE DE ECUADOR. Consulta realizada en: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/1664>. Medellín: El Ministerio, 2013.
- POSADA JARAMILLO, Natalia. Gestión emisiones de GEI de EPM. Medellín: EPM, Subdirección Medio Ambiente, 2013.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, et. al. GHG Protocol: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte; Edición revisada. Washington: World Business Council for Sustainable Development, 2003.

La gestión ambiental en las TIC: generadora de valor en un mercado competitivo

José Jaime Restrepo Sierra
Líder de Gestión Ambiental en UNE EPM
Telecomunicaciones S.A.
jose.restrepo@une.com.co

Palabras clave:

TIC, Impactos Ambientales, Gestión Ambiental, Ecoeficiencia, Productividad, Sostenibilidad, Ciudades Inteligentes, UNE EPM Telecomunicaciones S.A.

Resumen

En este artículo se evidencia cómo la gestión ambiental en las TIC (Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones) genera valor en un mercado competitivo a partir de la materialización de dos retos: el primero, referente al manejo de los aspectos e impactos ambientales asociados a su acceso y uso, con acciones encaminadas al cumplimiento legal, la ecoeficiencia y la reputación; y el segundo, relacionado con la apropiación de estas tecnologías para la eficiencia y la productividad de diferentes sectores productivos y de servicios, lo que conlleva consecuencias positivas para el ambiente con el principio de la prevención. Ambos retos se abordan a partir de la experiencia de UNE, con resultados comprobables y contundentes en cuanto a su aporte a la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector.



Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, es una sigla común en el lenguaje actual e invita a pensar inmediatamente en acceso a internet, conexiones de banda ancha, aplicaciones, redes sociales, telefonía móvil, comercio electrónico, ciudades inteligentes, entre muchos otros temas; sin embargo, con el ánimo de precisar un poco su dimensión y de efectuar una mirada desde el punto de vista ambiental, es preciso referirse a la definición plasmada en la Ley 1341 de 2009 “Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–”. En su artículo 6 establece las TIC como “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes”.

Considerando esta definición bajo una óptica ambiental, The Climate Group en nombre de la Global eSustainability Initiative (GeSI) y sus empresas patrocinadoras, en 2008 presentó el informe “SMART 2020: “Hacia la economía con niveles bajos de carbono en la era de la información”

Este informe concluye que el sector de las TIC tiene una gran oportunidad y un papel crucial, junto con otros sectores, en el diseño y el desarrollo de soluciones necesarias para crear una sociedad con niveles bajos de emisiones de carbono, además de evidenciar su responsabilidad en el manejo de su propia huella, como lo señala Steve Howard, CEO de The Climate Group: “El sector de las TIC tendrá que centrarse en reducir su huella directa a pesar de que la demanda de sus productos y servicios aumente. No obstante, esta es la primera vez que el potencial de reducción de emisiones de las TIC se ha colocado en el mismo plano que otras soluciones para el cambio climático, como la captura y el almacenamiento de carbono (CA)”.

Según estas conclusiones, se podría afirmar que desde un enfoque ambiental el sector tendría dos retos significativos: el primero, referente al manejo de los aspectos e impactos ambientales asociados a su acceso y uso, donde se observa la interacción de cada uno de los elementos involucrados en su definición con respecto al medio ambiente, asumiendo este último, de acuerdo al estándar internacional ISO 14001:2004, como “entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones”

El segundo reto, está directamente relacionado con la apropiación de estas tecnologías para la eficiencia y la productividad en diferentes sectores productivos y de servicios, lo que conlleva consecuencias positivas para el ambiente dada la disminución en la demanda de recursos y la reducción de emisiones y de descargas al entorno asociadas a la producción y al consumo. Ambos retos disponen sus logros a la generación de valor para el sector y reconocen el contexto competitivo en el que se desenvuelve, dinamizándolo con elementos de productividad e innovación.

Pero miremos una propuesta de materialización de estos retos en el marco de la generación de valor para el sector en un mercado competitivo, y específicamente lo abordado por UNE como operador de este tipo de tecnologías a través de su estrategia corporativa y competitiva en búsqueda de la sostenibilidad.



Como primer reto se tenía identificado el manejo de los aspectos e impactos ambientales asociados a su acceso y uso, donde la primera acción corresponde al cumplimiento legal a partir de un enfoque proactivo frente marco legal ambiental aplicable, pues se parte de reconocer en el ordenamiento jurídico existente la voluntad compartida de concretar los contenidos constitucionales en materia ambiental, además de normalizar y brindar seguridad jurídica para la expansión y operación de los servicios asociados a este tipo de tecnologías.

La segunda acción del primer reto corresponde a la implementación de una serie de políticas, programas y proyectos encaminados al uso eficiente de los recursos, ecoeficiencia, generando así ahorros significativos y aplicando el principio de la prevención ambiental. En este caso, la disminución en la demanda de recursos previene la generación de impactos ambientales negativos asociados a su extracción, producción, distribución y consumo.

Y por último, la tercera acción está encaminada al mejoramiento de la reputación, concepto que la firma Ipsos Napoleón Franco, en sus estudios sobre el tema a nivel corporativo, relaciona con la percepción que tienen

las partes interesadas (stakeholders) sobre las compañías e implica desde ser conocidos, generar familiaridad, fundar confianza, favorabilidad, su promoción o defensa y el Advocacy, del verbo inglés “to advocate”, defender, amparar, apoyar, abogar y argumentar a favor de algo (3), aportando de una u otra forma al crecimiento de la empresa, creando y protegiendo valor desde la marca, la fidelización de clientes, la viabilidad de sus planes de expansión y operación y la competitividad en el mercado.

Estas tres acciones, expuestas y desarrolladas por UNE, requirieron para su optima implementación de un modelo de gestión que involucrara el ciclo PHVA (planear-hacer-verificar-ajustar) y fuera flexible, articulable a las necesidades de la compañía y capaz de apalancar la mejora continua de la gestión, propiciando elementos de productividad y competitividad relevantes para el mercado donde se desenvuelve. Aquí se habla del estándar internacional ISO 14001:2004 que sin entrar detalles, pues no es el objetivo, a la fecha brinda estos elementos. La Figura No 1. Etapas del modelo de gestión ambiental en UNE, evidencia la aplicabilidad de este modelo bajo la realidad de la organización en el marco de las acciones expuestas.

Etapas- Gestión ambiental en UNE

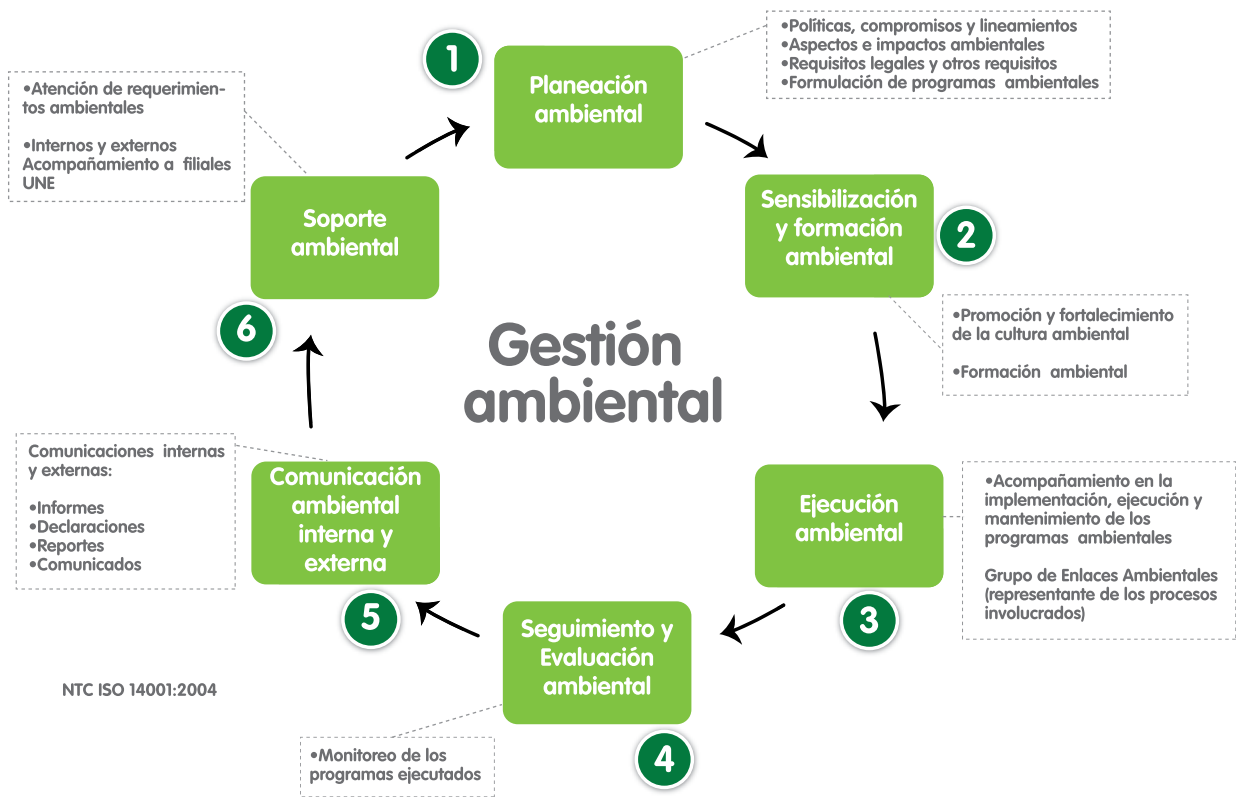


Figura 1. Etapas del modelo de Gestión Ambiental en UNE.

En la primera etapa el modelo conlleva todo lo relacionado con la planeación ambiental; allí se establecen las políticas, compromisos y los lineamientos que direccionan su gestión ambiental. Igualmente, se identifican los aspectos e impactos ambientales negativos y positivos asociados a su expansión, operación y mejoramiento ambiental desde los servicios prestados, se relacionan con los requisitos legales y otros requisitos ambientales aplicables y se formulan los programas ambientales requeridos. Dichos programas establecen el objetivo, el alcance, las actividades, los responsables, los recursos, los indicadores y las metas asociadas. Ver Figura 2. Programas ambientales de UNE.

Programas ambientales



Figura 2. Programas Ambientales de UNE.

La etapa dos, sensibilización y formación ambiental, implica la promoción y el fortalecimiento de su cultura ambiental, además de la formación en el manejo de los aspectos ambientales generados, implicando el empoderamiento de los responsables dentro de la compañía.

La etapa tres, ejecución ambiental, involucra un acompañamiento a los responsables del manejo de los aspectos ambientales en cuanto a implementación, ejecución y mantenimiento de los programas formulados en la primera etapa. Estos responsables pertenecen a las áreas en cuyos procesos se efectúan actividades que interactúan con el medio ambiente.

La cuarta etapa corresponde al seguimiento y evaluación. Aquí se desarrolla el monitoreo de los programas ambientales ejecutados, considerando sus objetivos, los indicadores definidos y las metas establecidas.

La quinta etapa concibe la comunicación ambiental interna y externa, estableciéndose allí la consolidación de la información ambiental de UNE a través de informes, declaraciones y comunicados para las partes interesadas (stakeholders).

Por último, está lo relacionado con el soporte ambiental que no es otra cosa que la atención de requerimientos internos y externos asociados al tema ambiental.

Para ilustrar un poco la aplicabilidad de estas etapas, hay que acercarse a uno de los diez programas ambientales implementados en UNE, el Programa Uso Racional y Eficiente de Energía (PUREE), cuyo objetivo es hacer un uso racional y eficiente de la energía en la organización a través de la ejecución de actividades como: iluminación eficiente (dimerización, sensorización, reemplazo de lámparas, diseño de iluminación, iluminación natural), optimización de sistemas de aire acondicionado (compartimentación, adecuación de ductos, variación de velocidad, free cooling, terrazas verdes, ajuste de niveles de servicio de temperaturas, tecnologías eficientes), reemplazo o compra de equipos (motores, sistemas de aire acondicionado, equipos TELCO, equipos ofimáticos, Customer Premises Equipment, CPE) con eficiencia energética o estándares internacionales de etiquetado energético, optimización del uso de equipos eléctricos y electrónicos (motores, sistemas de aire acondicionado, equipos TELCO, ecoprácticas ofimáticas, Customer Premises Equipment CPE), optimización de los sistemas tarifarios de energía (cambio de medida - niveles de tensión, unificación de circuitos y subestaciones), implementación de fuentes alternas de energía eléctrica (calentadores solares de agua, energía solar fotovoltaica), seguimiento y gestión de consumos de energía, sensibilización sobre uso eficiente de la energía y mejores prácticas de consumo y formación al personal encargado de actividades relacionadas con la gestión energética en el uso racional y eficiente de la energía.



Ficha del programa Uso Racional y Eficiente de Energía - PUREE

Objetivo	Actividades	Indicadores
Hacer un uso racional y eficiente de la energía en la organización		Operativos propios
Alcance	1. Iluminación eficiente (dimerización, sensorización, remplazo de lámparas, diseño de iluminación, iluminación natural). 2. Optimización de sistemas de aire acondicionado (compartimentación, adecuación de ductos, variación de velocidad, Free Cooling, terrazas verdes, ajuste de niveles de servicio de temperaturas, tecnologías eficientes). 3. Remplazo o compra de equipos (motores, sistemas de aire acondicionado, equipos TELCO, equipos ofimáticos, CPE) con eficiencia energética o estándares internacionales de etiquetado energético. 4. Optimización del uso de equipos eléctricos y electrónicos (motores, sistemas de aire acondicionado, equipos TELCO, Ecopracticas ofimáticas, CPE). 5. Optimización de los sistemas tarifarios de energía (cambio de medida - niveles de tensión, unificación de circuitos y subestaciones). 6. Implementación de fuentes alternas de energía eléctrica (calentadores solares de agua, energía solar fotovoltaica). 7. Seguimiento y gestión de consumos de energía. 8. Sensibilización sobre uso eficiente de la energía y mejores practicas de consumo. 9. Formación al personal encargado de actividades relacionadas con la gestión energética en uso racional y eficiente de la energía.	# y % de sedes o instalaciones con iluminación eficiente. # de personas formadas en eficiencia energética. # y % de sedes o instalaciones con sistemas eficientes de AA. # y % de equipos con criterios de eficiencia energética. # de declaraciones Minminas # y % de equipos configurados con ecopracticas ofimáticas.
Actividades, proyectos u obras desarrolladas en los diferentes procesos administrativos y operativos de UNE a nivel nacional		Gestión propios
Responsables		"Consumo de energía eléctrica anual por cliente (incluye internet, TV, telefonía) Unidad Kwh/año.cliente" Gestión - Cuadro Mando Integ UNE
Aspecto e impacto ambiental		"IGAE - Índice Gestion Ambiental Empresarial (Escala de 0 a 100%)"
Ver RE-Aspectos e impactos ambientales.xlsm - Micrositio SGI		Metas
Requisitos legales y otros requisitos ambientales	Seguimiento	Gestión propios
RE-Requisitos legales y otros requisitos ambientales.xls - Micrositio SGI	RE-Seguimiento y evaluación ambiental.xls	"Reducción del 20% en el consumo de energía eléctrica anual por cliente (incluye internet, TV, telefonía) respecto a línea base (2009): 22,99 Kwh/año. cliente Valor a 2013: 19 Kwh/año.cliente Valor a 2015: 18.4 Kwh/año.cliente"
Plan de trabajo		Gestión - Cuadro Mando Integ UNE
RE-Plan de trabajo gestión ambiental.xlsx - Servidor 311	Herramientas para la autogestión	
Recursos/Presupuestos	"Guía ambiental para proyectos, Obras y actividades no licenciadas. Matriz gestión de residuos."	
RE- Presupuesto Ambiental.xls		
Competencia y formación		
RE-Sensibilización y formación ambiental.xls		

Responsable de la formulación del programa: Subdirección Arquitectura Organizacional / Gerencia Desarrollo Corporativo

Con la implementación desde hace dos años de este programa, se ha dado cumplimiento legal en cuanto a sustitución de luminarias y seguridad en instalaciones eléctricas; además, en la reducción de la huella de carbono 90 toneladas de CO₂ equivalente, dejando de consumir más de 800.000 kw, lo que equivale a un ahorro por más de \$1.700 millones.

Todo el programa ha conducido a reconocimientos nacionales como el Sello de Oro Premio Responsabilidad Ambiental 2010, “El cambio climático es nuestra huella”, organizado por la Fundación Siembra Colombia y la Embajada Británica; Premio Orbe Ambiental 2011 “Por acciones voluntarias de protección al medio ambiente, más allá del cumplimiento de lo que establecen las normas del sector”, organizado por la Cámara Colombo Francesa de Comercio e Industria y Portafolio (diario económico y de negocios); Mención de Honor Premios Portafolio 2012 “Empresas que sobresalen por su aporte en la defensa y protección de los recursos naturales, mediante el uso de tecnologías o procesos limpios”, organizado por Portafolio (diario económico y de negocios) y el Premio ANDESCO (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y de Comunicaciones) a la Responsabilidad Social Empresarial 2013, Mejor Entorno de Desempeño Ambiental. El premio califica la gestión estratégica e integral de las organizaciones que han implementado la responsabilidad social empresarial como parte estratégica de su negocio.

El segundo reto, referido al aporte que en eficiencia y en productividad genera el uso intensivo de las TIC, el cual tiene efectos positivos para el ambiente, reconoce los sectores productivos y de servicios, en los cuales su uso aporta a la eficiencia y a la productividad. Para ello es preciso revisar nuevamente el informe SMART 2020, cuando focaliza sectores y acciones que aunque asociadas únicamente a la reducción en las emisiones de carbono, dan un idea del rol que tienen estas tecnologías en el mejoramiento de las condiciones ambientales de nuestro planeta que, a la vez, se convierten en oportunidades de negocio que se apoyan en las necesidades de productividad, competitividad y sostenibilidad de otros sectores, dándole valor al sector en un mercado competitivo.

El informe relaciona cuatro sectores productivos y de servicios y dieciséis acciones asociadas a las TIC. Referencia a la industria como el primer sector, y establece para el mismo las siguientes acciones: motores inteligentes, automatización de procesos industriales y desmaterialización, entendida esta última como la sustitución de productos y actividades con emisiones altas en carbono por alternativas con bajas emisiones. Por ejemplo, las reuniones presenciales por las videoconferencias o el papel por documentos electrónicos.



Terraza verde central. Bello (Antioquia), UNE.



Terraça verde Nutibara. Medellín (Antioquia), UNE.

El transporte es otro de los sectores referenciados y allí se establecen acciones como: logística inteligente, optimización del transporte privado, desmaterialización (comercio electrónico, videoconferencias, teletrabajo), vehículos eficientes, control, planificación y simulación del flujo de tráfico.

A los edificios, como otro sector, se vinculan acciones de logística inteligente (reducción de espacios de almacenamiento por menor volumen de inventarios), edificios inteligentes, desmaterialización (teletrabajo) y redes de suministro eléctrico inteligente (reduce la energía usada en el hogar mediante cambios de comportamiento) y, por último, relaciona el sector energía estableciendo acciones como las redes de suministro eléctrico inteligente y la generación eficiente de energía, calor y energía combinados.

Como se observa, el informe relaciona gran cantidad de acciones en diferentes sectores que en este mismo instante podrían estar evolucionando o incrementándose, dando una dinámica innovadora al sector.

Sin embargo, como lo expresa Wang Jianzhou, Consejero delegado de China Mobile Communications Corporation, en el mismo informe: “El papel de las TIC no se limita a la reducción de emisiones y al ahorro de energía en el propio sector de las TIC, sino que la adopción de las tecnologías TIC puede influir y transformar nuestras conductas y el modo en el que funciona la sociedad en su conjunto”, queriendo significar con este último mensaje el potencial que muestra este reto frente a las sociedades contemporáneas en toda su dimensión.

En UNE, este segundo reto se viene abordando bajo el modelo adoptado de Ciudades Inteligentes, con el cual se busca mejorar la calidad de vida y cultura ciudadana a través del uso de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, TIC, como medio para contribuir a la solución de problemáticas o al aprovechamiento y potencialización de oportunidades en: seguridad, educación, gobierno en línea, movilidad, desarrollo económico, salud y mejoramiento ambiental. Este último componente de mejoramiento ambiental se encuentra en desarrollo conceptual, pues se vienen adelantando acciones encaminadas a potenciar los impactos positivos asociados al uso de estas tecnologías en las regiones donde se prestan sus servicios, dando respuesta a los retos de las sociedades contemporáneas y coadyuvando a su sostenibilidad y progreso.

Como ejemplo de estas acciones se encuentran los talleres de cocreación “Las TIC al servicio del medio ambiente”, en los cuales, a partir de la aplicación de herramientas creativas y participativas, se identificarán prácticas innovadoras que promuevan valor conjunto entre las acciones encaminadas a la sostenibilidad del medio ambiente y el avanzado uso de las mismas.

En este último reto se podría decir que los avances se circunscriben, desde el modelo adoptado de Ciudades Inteligentes, a un proceso dinamizado por el sector, donde se encuentran involucrados actores de relevancia como el Gobierno, los prestadores de servicios, los desarrolladores tecnológicos y los clientes como tal, pues todo parte de la consolidación de un ecosistema tecnológico que se fundamente en la accesibilidad, el uso y la apropiación de las TIC como motor de desarrollo.

Para finalizar, es preciso invitar a diferentes sectores productivos y de servicios que se desenvuelven en mercados competitivos para que revisen los retos expuestos y la experiencia adquirida en su abordaje como aporte real de generación de valor desde la gestión ambiental con resultados comprobables y contundentes en cuanto a productividad, competitividad y sostenibilidad se refiere.



Bibliografía

- INTERNATIONAL ESTANDAR ORGANIZATION. Norma Internacional ISO 14001:2004. Sistemas de gestión ambiental: requisitos con orientación para su uso. Ginebra: ISO, 2004.
- IPSOS NAPOLEÓN FRANCO. Estudio de Reputación Corporativa 2012. Medellín: UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A., 2012.
- UNE, EPM TELECOMUNICACIONES S.A. Ciudades Inteligentes. Medellín: ANDESCO, 2013.
- UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A. La Gestión Ambiental en UNE. Medellín: Subdirección de Arquitectura Empresarial; Gerencia de Desarrollo Corporativo; Equipo Ambiental, 2013.
- THE CLIMATE GROUP. SMART 2020: hacia la economía con niveles bajos de carbono en la era de la información. Washington: Global eSustainability Initiative (GeSI), 2008.



Buenas prácticas de manejo y manipulación del gas SF6

Albeiro Daza López
Tecnólogo Operación y Mantenimiento
Unidad Subestaciones y Líneas
Albeiro.daza@epm.com.co

Palabras clave:

Subestaciones de Energía Encapsuladas en SF6, Gas Hexafloruro de Azufre, Gas SF6, EPM, Equipos de Potencia, Subestaciones Tipo GIS

Resumen

En EPM, el Equipo Mantenimiento Subestaciones de la Unidad Subestaciones y Líneas, comprometido con las directrices para la protección del medio ambiente, la seguridad de las personas y la confiabilidad de los equipos, ha tomado una serie de medidas y acciones preventivas, correctivas y de mejora, que apuntan a lograr que los equipos que contienen el gas SF6 se mantengan en óptimas condiciones operativas y, a la vez, se minimice la emisión del mismo a la atmósfera.

Para lograrlo, la empresa viene garantizando que el gas contenido en esos equipos tenga las características mínimas exigidas para su correcto funcionamiento. Esto se ha logrado con buenos planes de mantenimiento, con una correcta manipulación, con la utilización de los equipos adecuados para la evacuación, llenado, tratamiento, secado y medida del gas en los compartimentos que lo contienen, garantizando su hermeticidad.

En el siguiente artículo se muestra la forma como se viene manipulando el tratamiento al gas SF6 y a los equipos que lo contienen, instalados en las subestaciones de energía de EPM.





Antecedentes

En las subestaciones de energía de EPM la totalidad de los equipos de potencia (interruptores y celdas) eran aislados en aceite mineral (tecnología de la época). A medida que los desarrollos tecnológicos fueron avanzando se encontró que el SF₆ (hexafluoruro de azufre) era un excelente medio aislante para este tipo de equipos, con muy buenas características dieléctricas, un alto grado de estabilidad y excelente medio de extinción de arco, que lo hacían ideal en dispositivos de alta tensión como interruptores y subestaciones tipo GIS (subestación de energía encapsulada en SF₆).

A partir de los años 80 se tomó la decisión de cambiar la tecnología del aceite mineral por la tecnología del gas SF₆. Se diseñaron y se montaron varias subestaciones tipo GIS con todos sus equipos aislados con este gas, y se hizo un estudio económico y de mercado para evaluar la conveniencia de iniciar el cambio de Interruptores de potencia instalados en las subestaciones. Con base en los resultados, se elaboró un plan para iniciar el cambio de equipos que, por tiempo de funcionamiento, alta demanda en mantenimiento, seguridad y confiabilidad del sistema, debían salir del servicio.

Después de 10 años de funcionamiento se observó cómo empezaron a presentar una serie de fallas como fugas de gas SF₆ a la atmósfera, deterioro de los sellos mecánicos, explosión de cámaras, medidores pegados y malos resultados de las pruebas (resistencia entre contactos, aislamiento, humedad, pureza del gas, etc.).

Se elaboró entonces un plan de seguimiento y monitoreo a los equipos, y especialmente del consumo de gas durante el tiempo de servicio, teniendo en cuenta el contexto operacional y las condiciones ambientales. Esto con el fin de evaluar y definir qué acciones preventivas y correctivas eran necesarias para lograr la estabilidad deseada.

En el año 2002 se inició el inventario del gas y equipos instalados en las subestaciones, se hizo seguimiento al consumo por equipo, al reporte de fugas, a la frecuencia con que ocurre, a la criticidad, al tipo de falla y al inventario de gas en almacén.

Se realizó un plan de acción y un compromiso permanente del personal de EPM para garantizar la disminución en la emisión de gas SF₆ a la atmósfera, con el fin de que los equipos se mantengan en excelentes condiciones operativas.

Plan de acción

Fue así como se consideraron distintas actividades importantes que debían realizarse para alcanzar los objetivos. Se empezó con el inventario de equipos y gas SF6 instalado en la infraestructura de las subestaciones de energía. Para ello fue necesario recopilar toda la información que se tenía de los equipos, manuales de fabricación, de diseño, de mantenimiento, placas de características, entre otras.

Con la información obtenida, se cuantificaron las cantidades de gas SF6 de cada equipo, se sumaron las cantidades y se obtuvo el total de gas instalado.

La siguiente tabla muestra el inventario de equipos y de gas que se tiene instalado hasta el año 2012 en las subestaciones de energía de EPM. Como se puede observar, no solo se indican las cantidades de equipos y el volumen de gas que contienen de acuerdo con los niveles de tensión en KV, sino su respectivo porcentaje con respecto a la cantidad total del gas instalado que es de 21602 Kg.

Equipos	Cantidad	Volumen de gas por nivel de tensión en KV	% de gas por equipos
Interruptores de 230 KV	47	1296	5,999
Interruptores de 115 KV	113	1320	6,110
Interruptores de 44KV	88	524	2,425
Interruptores de 13,2 KV	200	200	0,925
Interruptores de 500 KV	5	192	0,888
GIS 115 KV	5	8600	39,811
Gis 230 KV	2	9000	41,662
Campo móvil 230 KV	1	200	0,925
Campo móvil 115 KV	2	150	0,694
Inventario	NA	120	0,555
Total		21602	100

Después de tener la información aproximada de la cantidad de gas SF6 instalada, se hizo una investigación detallada sobre los controles y medidas adecuadas que se debían implementar para el manejo, manipulación y reparación de los equipos que entraban en falla. Apoyados en manuales de fabricantes de equipos, proveedores del gas, bibliografía sobre el producto y documentos técnicos del CIGRE, donde se compartieron experiencias sobre este tipo de temas, se empezó a trabajar para controlar las fallas.

Se adquirieron equipos de última tecnología con desarrollo de productos exclusivamente para tratamientos del gas SF6, que permiten su adecuado control y manipulación.

Se capacitó personal clave tanto en el manejo de los equipos como en la manipulación del gas, ya que por ser un elemento tan importante para el sistema, la seguridad de las personas, la confiabilidad de los activos y el impacto al medio ambiente, deben garantizar su buena utilización durante el tiempo de vida útil de los activos.

Después de identificar las fallas puntuales, el trabajo se enfoca en la evaluación de las mismas de acuerdo con su criticidad, se les hace seguimiento y se elabora un plan de acción correctivo, preventivo y predictivo que consiste en conseguir repuestos, materiales e insumos y permiso de consignación, así como sacar el equipo de servicio, repararlo si la falla ya existe o prevenir para que esta no ocurra. Teniendo en cuenta el tiempo de servicio, se hace mantenimiento predictivo con frecuencias de monitoreo de acuerdo con el contexto operacional. Con el resultado de estas pruebas, se toman decisiones para intervenir el equipo y predecir las posibles fallas.

Logros en seguimiento y control

La siguiente tabla ilustra los consumos de gas SF6 que se utilizan en reparaciones y corrección de fugas en una ventana de tiempo de 10 años, el porcentaje de fugas con respecto al gas instalado y el valor equivalente en dólares.

Seguimiento y control de fugas de gas SF6													
Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gas instalado (Kg)	19,5 00	19,500	19,550	19,580	19,580	19,600	19,650	19,650	20,272	20,483	21,061	21,198	21,602
Consumo de gas(Kg)	350	400	430	500	210	170	67	62	84,5	52	95	132,1	19,2
% de fugas de gas	1,794	2,050	2,200	2,550	1,070	0,870	0,340	0,320	0,420	0,250	0,444	0,624	0,088
Valor en \$ USD 80/Kg	28000	32000	34400	40000	16800	13600	5360	4960	6760	4160	7600	10560	1536



El cuadro anterior muestra cómo en el año 2000 se obtuvo una pérdida de más de 350 Kg para un porcentaje de 1,794 % con respecto al gas instalado que era de 19500 Kg; a partir de ese año, con la implementación de las acciones preventivas, correctivas y mejorativas, se empiezan a ver los resultados. Obsérvese que en los 10 años de control y seguimiento, la disminución de pérdidas fue aumentando. En el año 2012 se logró bajar a 19,2 Kg con un porcentaje de 0,088 con respecto al gas instalado (21602 Kg). El mayor porcentaje ocurrió en el año 2003 a causa de una falla inesperada.

El cuadro siguiente muestra la equivalencia y el impacto económico-ambiental que puede disminuirse cuando se elaboran buenos planes con adecuadas frecuencias de mantenimiento, se usan equipos adecuados y las personas tienen competencias y conciencia para cuidar el medio ambiente.

En los 10 años de seguimiento se gastaron 2.571.8 Kg de gas SF6, utilizado en corrección de fugas y trabajos de mantenimiento, para un valor de \$370.339.000, con una contribución al calentamiento global equivalente a 57,054 toneladas de CO2.

Al disminuir las pérdidas a 19,2 Kg en el año 2012, comparado con el año 2000 que fue de 350 Kg, se puede observar el beneficio económico y el aporte al medio ambiente disminuyendo las emisiones de gas a la atmósfera.

Impacto económico y ambiental		
Total gas utilizado en Kg por 10 años	2571,8	La contribución de un Kg de gas SF6 es 22.200 veces mayor que la de un Kg de CO ₂ . Reducir una tonelada de SF6 es reducir 22.200 toneladas de CO ₂
Valor en \$144000/Kg	\$ 370.339.200.00	
Contribución al efecto invernadero	57054 ton- eq- co2	

Conclusiones

- Con unas buenas prácticas de manejo y manipulación de gas SF6 se logra tener un control adecuado de las pérdidas y garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos al aplicar los procedimientos antes mencionados en equipos aislados en gas SF6.
- Se mejora la vida útil de los equipos. Con un buen manejo y manipulación del gas en los componentes de los activos, se prolonga el tiempo de servicio de los mismos en condiciones normales de funcionamiento.
- En gran medida se minimizan las emisiones de gas a la atmósfera. Con las buenas prácticas se mantienen los equipos que contienen el gas SF6 en óptimas condiciones. También se logran las mínimas perdidas por fallas o labores de mantenimiento.
- Con la aplicación de las buenas prácticas se mantienen actualizados los inventarios y el volumen instalado en los equipos, controlando las cantidades de gas que ingresan cuando se instalan equipos nuevos o por cambios de tecnología.
- Se permite el uso racional del SF6, minimizando los inventarios. En el año 2000 el inventario se debería mantener aproximadamente entre 300 y 350 Kg con el fin de atender contingencias y reparación de fallas. Los procedimientos aplicados lograron disminuir hasta en un 40% la cantidad de gas en inventarios de almacén.
- Con la utilización de esta metodología de manejo y manipulación del SF6, se obtienen grandes beneficios como: ahorro de dinero, reducción de inventarios y disminución de emisiones. Además, se minimiza la tasa de fallas.

- Con las buenas prácticas de manejo y manipulación del gas se logra potenciar el uso eficiente del SF6 y se contribuye con el logro de los objetivos trazados por la empresa y las directrices de las autoridades ambientales.
- Al aplicar la gestión tecnológica en mantenimiento de manera responsable, se permite la búsqueda e investigación de nuevas tecnologías y el mejoramiento continuo de los procesos, garantizando seguridad de las personas, medio ambiente y confiabilidad de los equipos.
- Con la documentación detallada de este tipo de estrategias se pretende, además, crear cultura y conciencia en el sector eléctrico en general. Cuando se adquieren compromisos y se comparten experiencias que apuntan al mejoramiento de los procesos, al desarrollo del país y en general al futuro del planeta, las buenas prácticas serán bienvenidas.

Bibliografía

- IEEE. Protocolo de Kyoto: adopción de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la industria eléctrica. México: IEEE, 2005.
- NIEMEYER, L. SF6 in the electric industry status. Switzerland: ABB Corporate Research Contre Baden, 2006.
- O’CONNELL, P., et al. Guide for SF6 gas mixture and application and handling electric power equipment. Santiago: CIGRE, 2004.

Modelación estadística de riesgo en el ciclo de crédito

Yeis Livis Taborda Henao
Profesional Comercial
Servicio al Cliente de EPM
Yeis.taborda@epm.com.co

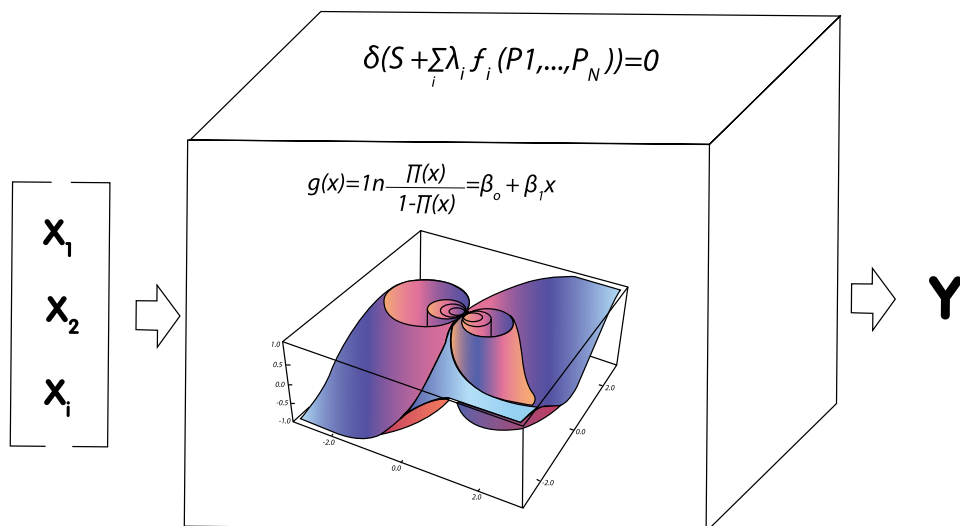
Palabras clave:

Modelación, Estado de Cartera, Ciclo de Crédito, Modelos de Regresión, Gestión del Riesgo Financiero, Modelos Estadísticos de Riesgos.

Resumen

En este artículo se da a conocer el método para obtener modelos estadísticos de riesgo en el ciclo de crédito, con base en la información de EPM y entes externos acerca del comportamiento y estado de los clientes, con lo cual se logra caracterizar en forma confiable la población y se promueve la toma de decisiones acertadas con fundamentos cuantitativos. Además, se evidencian los beneficios de dichos modelos en la organización y cómo su ejecución ha logrado resultados deseables en la gestión del riesgo de crédito y cartera, en la revelación de informes financieros sugeridos por la Norma Internacional de Información Financiera -NIIF- y en el cálculo de pérdida esperada de acuerdo con el Protocolo de Basilea III.

Como se verá, son múltiples los beneficios en áreas como mercadeo, ventas y todas aquellas actividades que promueven y garantizan el aseguramiento de ingresos.



Las empresas de servicios públicos domiciliarios ofrecen, además de la prestación de sus servicios misionales, una serie de productos complementarios que facilitan el acceso y uso de los mismos, y otros que mejoran la calidad de vida de las personas. Pero ello genera cuentas por cobrar, creando así la necesidad de hacer un análisis adecuado del riesgo de crédito.

Los servicios públicos prestados por EPM son energía, gas y aguas - acueducto y alcantarillado -. La empresa tiene aproximadamente 1.8 millones de clientes, en este caso catalogados como instalaciones o viviendas que por lo menos cuentan con uno de los tres servicios y se le está facturando por su consumo. Esto quiere decir que son aproximadamente 2.6 millones de contratos, de los cuales el 0.06% pertenece a grandes clientes que no están regulados en su tarifa y su valor asciende a \$75,063 millones (34.06% del total facturado); el resto pertenece al mercado regulado: microempresas y personas naturales, quienes no se encuentran discriminadas en la data porque el primer escenario de la empresa no fue el de clientes sino de predios, y solo en la actualidad se viene trabajando con la recopilación minuciosa de esta información para los productos complementarios de servicios de ingeniería (Habilitación Viviendas, gasodomésticos) y financieros (Tarjeta Grupo EPM, gas natural vehicular, entre otros)¹.

Es importante anotar que en la prestación de servicios públicos es muy complejo rechazar las solicitudes de un servicio o bien, debido a que satisfacen necesidades de supervivencia. Pero con base en la gestión de riesgo es factible diseñar alternativas de oferta para una oportuna prestación del servicio y garantizar el aseguramiento de ingreso para la empresa.

Debido a su característica pública, el estudio de crédito o postulación a un servicio se elaboraba con base en decretos de índole social, establecidos sin fundamentos financieros. Hoy se viene evolucionando a un estudio analítico para ofrecer al cliente lo que este realmente puede pagar, sin sumergirlo en una trampa de pobreza y brindándole alternativas que no lo inhabiliten para acceder a aquellos productos o servicios que conlleven a mejorar su calidad de vida.

La cartera de EPM no alcanza el 3.00% del total del número de servicios y en cuantía registra un 2.00% del saldo facturado, pero existen edades de mora que presentan alto deterioro -a mayor antigüedad más baja es la calidad de la cartera-. Cuando ya no se utilizan técnicas operativas para promover los pagos, como la suspensión o el corte en el consumo de servicios públicos, el valor no recuperable alcanza en promedio un 72.53%².

¹ El Grupo EPM -filiales y casa matriz-, tiene aproximadamente 5 millones de usuarios.

² EPM ha evolucionado a nuevas alternativas que minimizan el valor de la cuanta típica, mejorando las condiciones de pago y economía de las viviendas en las cuales presta sus servicios. La energía y el agua prepago son dos ejemplos.

La empresa se encuentra estudiando el tema y ha comprendido que el ciclo de crédito del cliente se debe manejar de manera integral. Con un aprovechamiento de la información, promueve la disminución del deterioro de las cuentas por cobrar y aumenta los niveles de recaudo, tanto en la temprana edad como en edades de alto detrimento, haciendo más líquida la organización y aprovechando las oportunidades del mercado. Es así como la oferta de nuevos productos hace necesario que desde antes de la venta se evalúe el mercado, cómo ofertar y a quién, así como diseñar los planes de financiación de acuerdo con el perfil del cliente y cómo realizar una correcta destinación del crédito y posterior seguimiento al comportamiento de pago.

La categoría del cliente y los diversos servicios o productos ofertados, presentan discrepancias desde la venta y el mercadeo, así como la forma de persuadir o coaccionar su pago; por lo tanto, los modelos deben ser categorizados. No es lo mismo realizar un análisis de riesgo a un cliente de alto consumo de servicios públicos que a una instalación del mercado regulado, y es diferente el comportamiento

de un cliente que tenga consumo de energía, aguas y financie su gasodoméstico, al que use una tarjeta de crédito ofertada por la empresa.

Este artículo, registra el método para obtener un modelo de riesgo estadístico en cada uno de los nichos de clientes en el sector de servicios públicos y otros cobros, para el pronóstico de eventos en el ciclo de crédito.

El método de riesgos estadístico para empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios es una técnica cuantitativa que se aplica para obtener la probabilidad de que un evento se materialice en un escenario determinado. Para este caso, en las diferentes etapas del ciclo de crédito como: ofrecer un producto o servicio a un cliente, pronosticar el pago oportuno de la obligación, determinar el nivel de incertidumbre para recuperar un saldo vencido y realizar mantenimiento de los clientes evitando la deserción o fraude. Estos son sucesos deseables de prever y conocer.

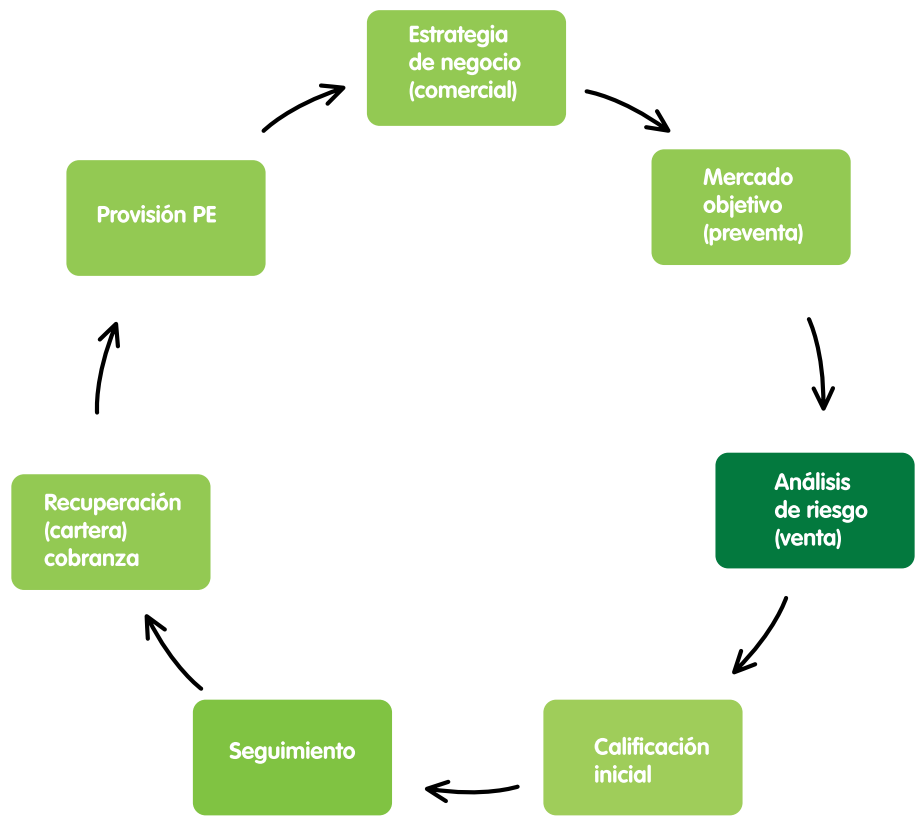


Figura 1. Ciclo de Crédito.

De esta manera, el objetivo del método que aquí se presenta es ayudar a cuantificar y gestionar el riesgo financiero con el fin de tomar decisiones ágiles y objetivas, con lo cual se fomenta un bienestar financiero.

Los modelos estadísticos presentan una medida confiable y no especulativa, aceleran y hacen más consistente el proceso de asignación de créditos, lo que permite su automatización y reduce los costos asociados. Las organizaciones los emplean como herramienta para determinar la tasa de interés que se debe cobrar a los clientes y valorizar portafolios. A los de mayor riesgo se les cobra una tasa de interés más alta, operando las cuentas de manera más efectiva y provechosa en términos de utilidades.

Se maneja la información generada por estos para formular acciones de cobro óptimas, realizar una mejor predicción de las reclamaciones y determinar el precio de los productos y servicios, con el fin de ofrecer mayor cobertura a un monto equitativo, reaccionar hábilmente ante los cambios del mercado y, por ende, obtener ventajas competitivas, efectuar venta proactiva y determinar qué servicios son capaces de adquirir cada tipo de mercado, mejorar en la calidad de la data, evitar el fraude de servicios públicos domiciliarios, conocer los hábitos de pago de cliente y conocer las características del mercado.

Es importante resaltar que la herramienta cuantitativa debe estar siempre acompañada de la experticia de un analista, ya que por ser un modelo estadístico en ocasiones

puede ser flexible ante cambios fuertes del sistema; no se trata de ser subjetivos sino de aprovechar el uso del modelo.

Cada día el método para modelar se robustece en pro de mejorar la confiabilidad del mismo y se aplican nuevas técnicas que acaban con las ya tradicionales basadas en supuestos. La aplicación de física teórica en la modelación de riesgo es una innovación que se presenta en este trabajo.

1. Método del Modelo Estadístico de Riesgo

A continuación se describen las actividades implantadas por EPM para la obtención de modelos estadísticos de riesgo en el ciclo de crédito.

1.1. Análisis de la data

Consiste en determinar con qué fuentes de información cuenta la organización, en dónde se almacena la historia de la misma y cuáles son las llaves para su asociación, pues de esto depende la factibilidad del modelo. No se podrá realizar un tratamiento si se carece de plataformas confiables y de un procedimiento para el adecuado registro de los datos; por lo tanto, en esta etapa se sugiere diseñar un modelo experto³, mecanismos para almacenar información y la postergación para la construcción de un modelo cuantitativo.

Tabla 1.
Evento de fraude con respecto a la edad de mora - Noviembre de 2012

Evento/ Categoría	Contratos con fraude	Contratos sin fraude	Total
Cartera corriente	5	100	105
1-30 días de mora	15	50	65
31-60 días de mora	20	38	58
> a 60 días de mora	13	18	25
Total	53	200	253

³ Ver modelo experto Grupo EPM 2012. Los modelos expertos son contruidos con base en la experticia de analistas del sector. Empleando el método Delphi, se postulan las variables necesarias y su respectiva ponderación, con el ánimo de pronosticar la probabilidad y el impacto generado por el riesgo.

Luego de conocer los sistemas se procede a realizar una auditoría de la información en un periodo determinado. Lo recomendable es establecer un comportamiento promedio con la historia -no atípico-. Por ejemplo, en diciembre las personas reciben la prima laboral y, por lo regular, con ella causan múltiples acreencias, lo que quiere decir que este mes no es apto para el análisis. Esta actividad se debe realizar con acompañamiento de un experto en el tema a pronosticar. Se enuncian el número de registros, las cifras claves de interés y la descripción cualitativa en tablas resúmenes. Así mismo, se inicia la exploración de la data: descripción de las variables, su uso y características, el tipo de campos -alfa numéricos, descriptores o categóricos- y la importancia en la caracterización de la población, además de establecer cómo relacionan los diferentes sistemas.

Lo óptimo es contar con la información en un único aplicativo y el almacenamiento de la misma se debe hacer en un solo repositorio; si esta se encuentra dispersa en diversos sistemas -diferidos y estado de cartera en uno, y facturación y pagos en otro, reclamaciones e información de los usuarios independiente-, se debe tener en cuenta la estrella para cotejar información con mayor confiabilidad. A partir de este análisis se visualiza el tratamiento estadístico de la información, además de las factibles variables a ser incluidas en el modelo. Posteriormente, se valida si la información extraída es correcta con lo esperado por la organización o si por el contrario es necesaria una depuración adicional y, en última instancia, un reproceso.

Tabla 2.
Deserción vs. contador de suspensiones discriminado por cuenta típica
Noviembre de 2012

Evento / Categoría	Subcategoría	Contratos con deserción	Contratos sin deserción	Total
Contador de suspensiones = 0 en un año	Acreencia < Cuenta típica	3	83	86
	Acreencia >= Cuenta típica	7	36	43
Contador de suspensiones >= 2 en un año	Acreencia < Cuenta típica	18	53	71
	Acreencia >= Cuenta típica	23	30	53
Total		51	202	253

1.1.1. Construcción de tablas categóricas

Para construir las tablas categóricas se parte de la elaboración de una serie de tablas de contingencia que, posteriormente, permitirán validar cuáles atributos son estadísticamente confiables a la hora de calcular la probabilidad de que el evento en cuestión se materialice.

En estadística las tablas de contingencia se emplean para registrar y analizar la relación entre dos o más variables, habitualmente de naturaleza cualitativa -nominales u ordinales-. La tabla básica se ordena de acuerdo con respuestas y subpoblaciones -estratos-. Las respuestas son los valores de la variable dependiente y las subpoblaciones son combinaciones de categorías de las variables independientes -factores-. A modo de ilustración se muestran dos tablas categóricas:

Las cifras en la columna de la derecha y en la fila inferior reciben el nombre de frecuencias marginales, mientras que la cifra situada en la esquina inferior derecha es el gran total.

En la tabla 1 se pretende evidenciar si existe correlación entre la variable respuesta fraude en el servicio y la categoría edad de mora; cualitativamente se evidencia que a medida que aumenta el vencimiento de cartera, se da mayor proporción de contratos que caen en fraude y, por ende, se puede considerar que dicho factor condiciona la respuesta a un comportamiento que influye en el riesgo. Para determinar esta hipótesis, debemos acudir a una prueba de independencia como describiremos más adelante en el presente trabajo.

En la siguiente categoría se observa cómo el campo contador de suspensiones en un año se subdivide en dos nuevos grupos relacionados con el monto de la acreencia, dando lugar a cuatro estratos. Según el análisis descriptivo, surgen hipótesis de que los contratos que cuentan con dos o más suspensiones presentan mayor ponderación a la deserción del sistema -variable dependiente-. Viéndolo por subclase, se puede interpretar que a los contratos con una acreencia inferior a la deuda promedio o cuenta típica, como se denomina, se les puede premiar su comportamiento. La actividad de dividir clases en subclases es para lograr dimensiones adicionales que permiten tener un panorama más exhaustivo de la población objeto de estudio. La sugerencia de las dimensiones a segmentar, depende del conocimiento de la información y experticia del sector.

$$\% \text{ de información por variable} = \frac{\text{Nro. de registros con datos fiables}}{\text{Nro. total de registros}} \times 100$$

En el ciclo de crédito es conveniente analizar los riesgos de manera independiente; para este caso, el fraude y la deserción, y luego relacionar las repuestas de los modelos. Lo anterior es útil en la operación y el costo de la implantación de la gestión de riesgo; no es necesario que los modelos se desarrollen y pongan en funcionamiento de manera secuencial y en conjunto. Lo importante es que cada uno lo aproveche como insumo y se relacione con las repuestas del otro.

$$\% \text{ de homogeneidad de la variable} = \left[\frac{\text{Nro. de registros con datos iguales}}{\text{total de registros}} \right] \times 100$$



1.2. Selección de variables

En esta etapa se generan una serie hipótesis de la información descrita, ya que la inteligencia de la misma, obtenida por medio de la caracterización, permite observar parámetros de manera organizada. Antes del presente análisis no se obtenían esas hipótesis. Aquí es donde se comienza a discernir qué variables son factibles y ponderan de manera cualitativa el riesgo.

1.2.1. Variable respuesta

La selección de esta variable depende del riesgo a estudiar. Si queremos determinar a qué clientes vender, el parámetro a analizar es pronosticar el éxito en ofrecer un crédito a un usuario y que este pague oportunamente el monto.

Otros acontecimientos dignos de estudiar en el ciclo de crédito de un cliente son: pago de una acreencia en cartera -corto plazo- y en la provisión de la misma -largo plazo-, así como segmentar el mercado por clientes que pueden acceder a un producto o servicio, fraude y deserción.

Luego de decidir qué riesgo se va a gestionar cuantitativamente, se obtienen las variables que describen el evento. A continuación se muestra una serie de tareas que llevan a la escogencia óptima de los campos ponderativos del riesgo.

1.2.2. Calidad de la información

Lo primero es calcular el porcentaje de cantidad de información. Este procedimiento consiste en evaluar qué tan poblado está un campo de la data. Por ejemplo, si el estrato sociodemográfico cuenta con cien registros y de estos solo dos presentan la descripción fiable y completa, la calidad de información que nos puede suministrar esta variable para caracterizar un sistema es nula. Según el parámetro descrito, el método sugiere que sea superior al 70.00%.

Luego se visualiza si cada uno de los atributos es heterogéneo, cualidad deseable para caracterizar el riesgo en una población, pues si todos los miembros cuentan con el mismo comportamiento no es factible diferenciarlos. Si en el campo barrio todos viven en La Floresta, esta variable no tendrá poder discriminatorio. Para el presente estudio, las variables deben contar con un valor de homogeneidad inferior al 70.00%.

En esta actividad, se suprimen múltiples variables que en un principio se pudieron considerar relevantes, pero se descartan para un análisis estadístico debido a la falta de calidad de la información.

1.2.3. Variables explicativas

Los campos resultantes del filtro anterior pueden explicar la probabilidad de que un evento se dé en el ciclo de crédito. Contando con las variables a estudiar, estas se catalogan en tres tipos: de comportamiento histórico -contadores o vectores-, de estado actual y sociodemográficas⁴. Aunque en las ciencias sociales se consideran necesarias, estas últimas han sido muy cuestionadas a nivel internacional porque pueden sesgarse a ser discriminatorias.

Para el cálculo de variables comportamentales se procede a escoger el evento a analizar. En el caso de calcular la probabilidad de que una acreencia sea recuperada a largo plazo, hecho analizado para la provisión de cartera, se puede registrar un vector en un año en el cual 1 es pago y 0 especifica no pago, es decir, llegar a una conversión binaria y así poder determinar en cuáles periodos la cuenta fue cancelada y visualizar conductas de pagos cíclicos, en caso de que estas se den.

Las variables actuales son aquellas que cuentan con la discriminación actual del usuario, como lo son la edad de mora y saldo a hoy, entre otras.

Algunas variables se deben agrupar por rangos para lograr categorías. Para el caso de la edad de mora, la variable se categoriza por intervalos de días, con el objetivo de calcular el número de cuentas en edades de mora entre 0 – 30 días, 31 – 60 días, etc.; se pasa de una variable continua, tiempo, a un discreto número de sucesos en un rango de tiempo⁵.

1.2.4. Prueba de independencia

En el análisis de tablas de contingencia existen diversas aproximaciones para determinar el grado de correlación de las variables descritas:

- El descriptivo: medidas de asociación, métodos gráficos
- Modelos log - lineales
- Correspondencias
- CFA, análisis de clases latentes
- Estadística no paramétrica K-S - Prueba χ^2 de Pearson

⁴ Cuando se niega un crédito a un cliente en Estados Unidos, la Equal Credit Opportunity Act exige a la institución financiera proveer las razones de por qué fue rechazado. Justificaciones vagas o indefinidas son ilegales, por lo que variables que puedan llevar a discriminación, tales como: raza, sexo o religión, no pueden ser incluidas en el análisis de un crédito.

⁵ La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos en un rango.

El método propuesto, trabaja con la prueba χ^2 de Pearson, ya que pertenece a estadística no paramétrica que estudia las pruebas y modelos estadísticos cuya distribución subyacente no se ajusta a los llamados criterios paramétricos. Su distribución no puede ser definida a priori porque la determinan los datos observados [4].

Para obtener el grado de correlación entre las variables catalogadas como explicativas y la respuesta a un suceso -riesgo a estudiar-, procedemos a realizar diversas pruebas de hipótesis, entre la cuales se pueden resaltar a modo de ejemplo las siguientes:

- El pago de una acreencia depende del número de veces que en un año haya estado en mora la cuenta o la antigüedad de la deuda.
- El hecho de que un cliente cometa un fraude tiene correlación con el estrato socio demográfico.

El validar este tipo de cuestionamientos nos permite descartar o fortalecer la importancia de los campos descriptores del evento a predecir. Para el caso de la tabla 1, donde el cuestionamiento formulado es determinar si existe correlación estadística entre la conexión fraudulenta de un servicio público y el campo edad de mora, se generan las siguientes pruebas de hipótesis.

$H_0: b_1=b_2=\dots=b_k=0$ *Hipótesis nula*
 $H_i: b_1 \neq b_2 \neq \dots \neq b_k \neq 0$ *Hipótesis alterna*

Lo que refleja la formulación anterior en la hipótesis nula es validar que la distribución de los agrupadores, en este caso edad de mora, no presente relación alguna con el hecho de que un contrato caiga en fraude, motivo por el cual la variable sea rechazaría en el estudio. Si por el contrario se acepta la hipótesis alterna, que se refiere a la independencia de las categorías, se afirma diferenciación de las mismas en el pronóstico del evento y dicho atributo sigue en el análisis como explicativo del riesgo a predecir. Los resultados de la prueba estadística⁶, para el ejemplo descrito en la tabla 1 por medio de una Chi cuadrada, se muestran a continuación:

“*f*estimado”

Cartera Corriente	0.058
1-30 días	0.25
31-60 días	0.80
> 60 días	0.90

“Prueba de igualdad de las *f*”
 “Chicharrada calculada: “ “250.70”
 [1] “Valor-p: “ “1.22e-49”

Se infiere por medio del valor P^7 , que la probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula es inferior al 5.00%, valor recomendado para el método descrito. Como consecuencia, se puede afirmar que estadísticamente el riesgo está influenciado por la edad de mora. Las proporciones estimadas por la prueba para cada una de las categorías evidencian la tendencia del evento con el incremento de los días; para el factor superior a 60 días la probabilidad de conexión fraudulenta del servicio registra un 90.46%.

1.3. Modelo

Luego de contar con los factores que logran influir en la respuesta, pasamos a evaluar su comportamiento en conjunto. Ahora la variable dependiente es condicionada por varios campos y es conveniente validar si estadísticamente todos los descriptores continúan siendo ponderativos en el evento a pronosticar. Se realiza una prueba estadística con los atributos seleccionados en la prueba de independencia, descartando paso a paso las variables que pierden significancia en el modelo.

1.3.1. Modelos lineales generalizados

En este método se emplean los modelos lineales generalizados -GLM por sus siglas en inglés-, buscando tener provecho de modelos físicos, como el de máxima entropía, que aprovechan los resultados de estas regresiones y optimizan su rendimiento y confiabilidad en el pronóstico.

Un modelo lineal generalizado tiene tres (3) componentes básicos⁸:

- La respuesta y su distribución de probabilidad. Consiste en una variable aleatoria con observaciones independientes ($y_1, \dots, y_N$), cuyo modelo se incluye dentro de la llamada familia exponencial de distribuciones.

$$F(y_i | \theta_i) = a(\theta_i) \cdot b(y_i) \cdot e^{-y_i Q(\theta_i)}$$

Donde $Q(\theta_i)$, es el parámetro a estudiar.

- Componentes. Especifica las variables explicativas, utilizadas en la función lineal.

$$\alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

- Función del valor esperado o de enlace de Y , $E(Y)$. Combinación lineal de las variables explicativas. Se denota con $\mu = E(Y)$ y se relaciona con el predictor lineal como [5]:

$$g(\mu) = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

⁶ Se recomienda al lector ver: Anexo pruebas estadísticas “Modelo Estadístico de Riesgo EPM”, en el cual podrá observar el script en lenguaje R necesario para la realización de las pruebas y obtención del modelo.

⁷ En un estudio de investigación, el error de tipo II, también llamado error de tipo beta (β) o falso negativo, se comete cuando el investigador no rechaza la hipótesis nula siendo esta falsa en la población. El investigador llega a la conclusión de que ha sido incapaz de encontrar una diferencia que existe en realidad.

⁸ Los modelos GLM son una unificación de una amplia variedad de métodos estadísticos como la regresión, los modelos ANOVA y los datos categóricos. En realidad se usa el mismo algoritmo para obtener los estimadores de máxima verosimilitud en todos los casos. Este algoritmo es la base del GENMOD de SAS y de la función GLM de R. En el Script Anexo del Modelo, se observa el procedimiento en el aplicativo R.

1.3.2. Modelo lineal clásico para datos binarios -binomial-

Muchas respuestas categóricas tienen solo categorías binarias. Para el caso del riesgo, se emplea una variable respuesta con dos posibles valores 1 -éxito- y 0 -fracaso- es decir $Y \sim \text{Bin}(1,f)$. En este caso, un modelo análogo para respuestas binarias en regresión lineales es [6]:

$$\pi(X) = \alpha + \beta_1 X_1$$

El modelo anterior se denomina modelo de probabilidad lineal, toda vez que la probabilidad de éxito cambia linealmente con respecto a x. Según lo ilustrado en las tablas categóricas, se puede ver dicha relación: cómo a mayor edad de mora se incrementa la probabilidad de fraude o un contador de suspensiones con mayores registros acelera el evento de deserción.

El valor de una probabilidad está entre 0 y 1, pero el modelo lineal clásico para datos binarios puede predecir valores por fuera de dicho rango ($\pi(x_i) < 0$ v $\pi(x_i) > 1$), lo cual no es conveniente. En el método para modelar en EPM, el procedimiento descrito arrojó excelentes resultados y es empleado para determinar cuáles categorías de cada una de las variables predictoras presenta significancia en pronosticar el evento; la aplicación es sencilla y de bajo costo computacional.

Para la tabla 1, en la cual ya se obtuvo una correlación entre las variables que segmentan la población con respecto al hecho de que se conecte ilegalmente un servicio, se determina qué agrupaciones son representativas. Si se corre el script en el programa R, obteniendo la ponderación de cada uno de los factores -edades de mora- se tiene:

Coefficients:	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.40	0.05	47.73	<2e-16 ***
Corriente	-1.59	0.14	-4.74	<2e-16 ***
1-30 días	-0.01	0.07	0.04	0.967
31-60 días	0.01	0.06	0.04	0.967
> 60 días	0.99	0.13	-12.227	<2e-16 ***
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)				

Del resultado anterior se infiere que los contratos no son sujetos de causar fraudes operacionales, tal como lo evidencia el intercepto con un valor de -2.40 (79.05% de los contratos cuentan con conexión legal) y se afecta la propensión al fraude para edades de mora superiores a 30 días. Con el parámetro $\text{Pr}(>|z|)$ se determinan las categorías representativas para el modelo. En este caso son las edades de mora corriente y mayor a 60 días, contando con una probabilidad de error inferior al 5%. Las demás categorías (1-30 y 31-60 días) no continúan el pronóstico del evento y son excluidas del modelo.

En la tabla 3 se da el evento de fraude relacionado con la categoría contador de suspensiones en un periodo de un (1) año.

Tabla 3.
Fraude en el servicio público con respecto a número de suspensiones en un año. Noviembre de 2012

Evento / Categoría	Contratos con fraude	Contratos sin fraude	Total
Contador de suspensiones = 0 en un año	3	180	183
Contador de suspensiones >= 2 en un año	50	20	70
Total	53	200	253

A modo de ejemplo, supongamos que a la tabla anterior ya se le realizó la prueba de independencia y se obtuvo el resultado, que el contador de suspensiones de un servicio presenta en relación con el fraude de un contrato. Ahora, por medio de la regresión GML para datos binarios, se tiene:

Coefficients:	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.63	0.062	26.53	<2e-16 ***
CS = 0	-3.30	0.48	6.852	7.29e-16 ***
CS >= 2	2.93	1.11	-2.652	0.01**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

En el anterior resultado se concluye que las dos agrupaciones de contadores influyen en el evento de fraude. Los contratos con numerador de suspensiones igual a cero (o) presentan un valor de -3.29, es decir, con ponderación a no cometer conexión ilegal. Por el contrario, los que cuentan con por lo menos dos suspensiones son proclives al fraude, registrando un valor de 2.93. Los resultados de la regresión conversan con lo caracterizado en las proporciones de la tabla categórica. En el primer grupo, el 98.36% de los contratos no son fraudulentos y del total de la población este mismo estrato cuenta con un 71.14%; por lo tanto, un gran número de contratos con una historia de un año sin suspensión tienen conexión reglamentada, lo cual sugiere que el riesgo de que estos subsanen sus necesidades de servicios públicos por medios no adecuados es aproximadamente nulo. Caso contrario, ocurre para los contratos con contador superior o igual a dos.

1.3.3. Regresión logística

Es útil para modelar la probabilidad de un evento si ocurre como función de otros factores. El análisis de regresión logística pertenece al conjunto lineal generalizado que usa como función de enlace la función logit. Otros nombres para regresión logística usados en varias áreas de aplicación incluyen modelo logístico, modelo logit, y clasificador de máxima entropía. La anterior es la función de regresión logística y de aquí

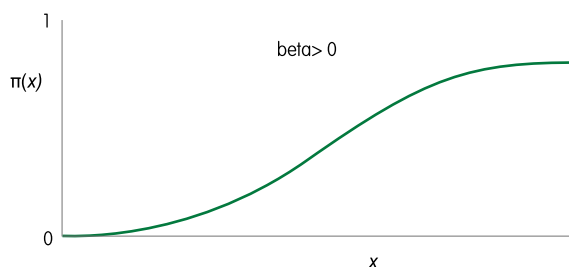


Figura 2. Función logística

Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logistic-curve.svg>

$$\pi(X_i) = \frac{e^{(\alpha + \beta X_i)}}{1 + e^{(\alpha + \beta X_i)}}$$

La anterior es la función de regresión logística y de aquí se obtiene:

$$\text{Log} \frac{\pi_{X_i}}{1 - \pi_{X_i}} = \alpha + \beta X_i$$

La función: $\text{Log}[\pi(x_i) / 1 - \pi(x_i)]$, se denomina logit, que traduce logaritmo de esto $[\pi(x_i) / 1 - \pi(x_i)]$, de ahí su nombre. Dicha regresión asegura que no exista problema estructural respecto al posible rango de valores de $\pi(x_i)$, que se presenta en la binomial.

La regresión logística al igual que la binomial trata con el caso de una respuesta categórica. Lo más importante es que las variables explicativas pueden ser expresadas mediante variables "dummy". Por lo tanto, es perfectamente factible construir una regresión logística para una tabla que tenga como variable de interés un atributo dicotómico -el riesgo-.

⁹ Una variable "dummy" es una variable numérica usada en el análisis de regresión lineal para representar los subgrupos de la muestra en su estudio. En el diseño de la investigación, una variable "dummy" se utiliza a menudo para distinguir a diversos grupos del tratamiento. Las variables "dummy" son útiles porque nos permiten utilizar una sola ecuación de la regresión para representar a grupos múltiples.

La variable dependiente Y_i toma solo valores de 0 o 1 [7].

$$P(Y = 1 | X = x_i) = P(Y_i = 1) = \pi_i \quad \text{Éxito}$$
$$P(Y = 0 | X = x_i) = P(Y_i = 0) = 1 - \pi_i \quad \text{Fracaso}$$

Transformando la probabilidad $\pi_i = P(\alpha + \beta x_i)$, donde P es una distribución acumulada uniforme, se obtiene:

$$0 \text{ si } \alpha + \beta x_i < 0$$
$$\pi_i = \alpha + \beta x_i \text{ si } 0 \leq \alpha + \beta x_i \leq 1$$
$$1 \text{ si } \alpha + \beta x_i > 1$$

P es simétrica con valores asintóticos en $\pi = 0$ y $\pi = 1$, como se observa en la figura 2.

La regresión logística cuenta con un buen desempeño predictivo en comparación con otros métodos de clasificación. Si bien algunos modelos avanzados de minería de datos, como las redes neuronales y Support Vector Machines, suelen presentar mejores resultados debido a la capacidad de modelar complejas funciones no lineales, esta diferencia no suele ser significativa.

Otra ventaja es la simplicidad al momento de implementar e interpretar el modelo y robustez, dado que no requiere de supuestos muy estrictos sobre los datos. El hecho de usar un método u otro, para la estimación del modelo, depende de los niveles de confianza arrojados en la predicción del hecho.

A continuación se muestra la aplicación de diferentes modelos en la práctica y cómo su diferencia radica en la población analizada y el evento a estudiar. Es decir, no se cuenta con una óptima elección pero sí existen mayores ventajas, especialmente en los rangos de probabilidad arrojados y las aplicaciones que se le pueden dar al modelo en su tratamiento posterior de mantenimiento y mejora.

Tabla 4.
Autores y grado de precisión [%] en las técnicas de obtención de modelos estadísticos. 2012
Fuente: Lisim Score Conference 2012

Autor	Reg. lineal discriminante	Reg. logística	Árboles de decisión	Programación lineal	Redes neuronales	Vecino más próximo	Máquina de vectores soporte	Algoritmo genético	Física estadística
Henley (1995)	43.4	43.3	43.8						
Boyle et al. (1992)	77.5		75	74.7					
Srinivasan y Kim (1987)	87.5	89.3	93.2	86.1					
Yobas et al. (1997)	68.4		62.3		62.4			64.5	
Desai et al. (1997)	66.5	67.3	67.3		64				
Baensens (2003)	74.4	74.4	74.8	74.8	75	74.8	74.8		

Debido a que la regresión logística se relaciona con el principio teórico de máxima entropía, es recomendable centrarse en esta herramienta para el desarrollo del presente método y su respectivo aprovechamiento en potenciar el modelo estadístico.

A continuación se muestra el desarrollo de un modelo de riesgo obtenido por medio de la regresión logística a partir de los campos significativos resultantes de las tablas 1 y 3, en el pronóstico del evento de fraude por parte de un contrato.

Tabla 5.
Participación por categoría contratos con fraude del servicio. Noviembre 2012
Fuente: EPM. Elaboración propia

Evento / Categoría	Contratos con fraude	Contratos sin fraude	Total
Contador de suspensiones = 0 en un año	1,64%	98,36%	47,04%
Contador de suspensiones >= 2 en un año	71,43%	28,57%	17,99%
Corriente	4,76%	95,24%	26,99%
> a 60 días de mora	41,94%	58,06%	7,97%
Total	18,25%	81,75%	100,00%

En la tabla anterior se da la participación por cada una de las cuatro categorías en el tipo de conexión de un contrato en un periodo determinado. El contador de suspensiones igual a cero (0) registra una participación sobre el total de la población del 47.04%, y la proporción de no fraude en la instalación para esta categoría es del 98.36%, lo que representa para el total de la población un 46.27%. La última cifra hace referencia a una probabilidad condicionada de sucesos independientes, es decir, cuál es la predicción de que un contrato cuente con una conexión dentro de los parámetros establecidos por la ley, dado que no registra suspensiones en una historia de un año.

Teóricamente, la probabilidad condicional¹⁰ se escribe $P(A|B)$, y se lee «la probabilidad de A dado B» [8].

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

¹⁰ Esta actividad es empleada para la modelación a través de la técnica de árboles de decisión; aquí se enuncia a modo de ejemplo.

Si se aplica (9) en la tabla anterior, se obtienen las frecuencias observadas con respecto al espacio muestra -total de la población-. Como ejemplo, la probabilidad de contratos con conexión legal dado una edad de mora de 63 días es:

$$P = (0.5806 \times 0.0797) \times 100 = 4.63\%$$

Para cada una de las categorías explicativas del evento fraude, el análisis en el cálculo de la probabilidad condicionada es similar.

Corriendo el modelo logístico, lo que se obtiene son los parámetros $\alpha + \beta_i x_i$ para todo $i = 0, 1, 2, \dots, n$, de las variables descriptores que castigan o premian el pronóstico que presente el riesgo. Ejecutando el script en R se tiene:

Coefficients:	Estimate	Std. Error	z	value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.16	0.07	-12.99	<2e-16	***
CS = 0	-5.30	0.46	-11.61	<2e-16	***
CS >= 2	6.12	0.16	38.41	<2e-16	***
Corriente	-2.14	0.13	-15.91	<2e-16	***
> 60 días	0.38	0.20	1.860	0.07	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

De los resultados obtenidos, se infiere que la categoría con mora mayor a 60 días no es diferenciadora, ya que el valor $\Pr(>|z|)$ supera el 5%, es decir, si esa variable sigue en el modelo es considerable la probabilidad de equivocarse al afirmar que dicho concepto explica el evento de fraude; por lo tanto, procedemos a correr la regresión con la variables restantes, obteniendo [g].

Coefficients:	Estimate	Std. Error	z	value	$\Pr(> z)$
(Intercept)	-1.15	0.03	-38.22	<2e-16 ***	
CS = 0	-2.79	0.11	-25.37	<2e-16 ***	
CS>=2	2.94	0.12	5.22	1.77e-07 ***	
Corriente	-0.65	0.06	10.67	<2e-16 ***	
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

En la regresión anterior, las categorías que explican la conexión ilegal de servicios públicos son significativas – según valor $\Pr(>|z|)$ -. El modelo obtenido es:

$$S = -1.15 - 2.79 X_1 + 2.94 X_2 - 0.65 X_3$$

Donde

X1: si el contrato presenta un contador de suspensiones igual a cero (0).

X2: si el contrato presenta un contador de suspensiones superior a uno (1).

X3: si el contrato se encuentra en cartera corriente.

Si un contrato nunca ha tenido suspensiones en su historia y su estado de cartera es de cero días, es decir, corriente, su puntaje de riesgo es:

$$S = -1.15 - 2.79 \times (1) + 2.94 \times (0) - 0.65 \times (1) \\ S = -4.59$$

Linealizando la respuesta logarítmica, para obtener un valor continuo por medio de la siguiente expresión.

$$P = \frac{e^S}{1 + e^S}$$

$$P = \exp(-4.59) / 1 + \exp(-4.59) = 0.01$$

La probabilidad de fraude de este contrato en un rango del 0.00 – 100.00%¹¹ es del 1.00%, valor que dependiendo de la organización puede ser considerado como riesgoso o no. Lo importante es utilizar el modelo e implantar estrategias diferenciadoras con el objetivo de minimizar el evento no deseable. Si un contrato presenta el 80.00% de probabilidad sería de mayor cuidado y la empresa debería prestar un tratamiento distinto a otro que, por ejemplo, registrara un 5.00%.

¹¹ En muchos casos el resultado es multiplicado por 1.000, para una mayor franja de valores, permitiendo esto una mayor segmentación del sistema.

¹² Es la representación del ratio de verdaderos positivos (VPR = Razón de Verdaderos Positivos) frente a la razón o ratio de falsos positivos (FPR = Razón de Falsos Positivos). Proporciona herramientas para seleccionar los modelos óptimos.

¹³ Se recomienda mantenimiento en mayo y noviembre según Circular Externa 035 de octubre de 2009. Superintendencia Financiera de Colombia. Capítulo II – Reglas relativas a la gestión del riesgo.

1.4. Prueba del modelo

Para esta actividad se elige un periodo histórico diferente al cual se realizó el modelo, y se aplica y se observa qué pasa entre lo pronosticado y lo realmente acontecido en el suceso estudiado. Según este método se espera un error que no supere el 10.00%. Si se corre el modelo en el mes de agosto de 2012, y de 100 contratos 90 salieron con baja probabilidad en el evento fraude, según el modelo, y lo real es que 8 cometieron la acción, se obtiene un error del 2.00%.

Se empleará el principio mecánico estadístico de máxima entropía para medir el grado de explicación del modelo y la significancia de las variables. Para pruebas de elasticidad de las mismas, ante condiciones extremas del mercado, el nivel de confianza y puntos de corte se estimará por medio de la curva ROC¹².

Los modelos deben tener un seguimiento para verificar que el resultado obtenido mantenga su capacidad de discriminar los eventos. Esta problemática no ha recibido mucha atención en la comunidad, aunque el no atenderla lleva a consecuencias graves en el uso. La falta de actualización y mantenimiento de los modelos de riesgo de los bancos estadounidenses fue una de las causas que precipitó la crisis Sub-Prime de los años recientes. El chequeo de seguimiento se recomienda realizarlo cada seis meses, de tal forma que se acumulen suficientes casos en muestra¹³. Variables nuevas o visualizadas en la prospectiva, así como el ingreso de nuevos productos o servicios y penetración en nuevos mercados, sugieren una revisión del modelo para observar si sus β_i -ponderación a las variables explicativas- siguen segmentando el sistema de acuerdo con el evento que se desea analizar.

Explicando el término de entropía¹⁴ y la relación que presenta con la determinación del riesgo, se parte de lo siguiente:

Cuando se plantea la pregunta: “por qué ocurren los hechos en la naturaleza de una manera determinada y no de otra?”, se busca una respuesta que indique cuál es el sentido de los sucesos. El universo tiende a distribuir la energía uniformemente; es decir, a maximizar la entropía. Esta puede interpretarse como una medida de la distribución aleatoria de un sistema. Se dice que un sistema altamente distribuido al azar tiene alta entropía. Un sistema en una condición improbable tendrá una tendencia natural a reorganizarse a una condición más probable, similar a una distribución al azar, ocasionando como resultado un aumento de dicha propiedad. La entropía alcanzará un máximo cuando el sistema se acerque al equilibrio, y entonces, se alcanzará la configuración de mayor probabilidad. Para el riesgo, eso es lo que se quiere determinar en un sistema: su condición de mayor probabilidad de diferenciación de estados, con el ánimo de segmentar las proporciones de que un evento se de en cada componente.

En mecánica estadística el principio de máxima entropía es un principio que establece que la distribución de probabilidad menos sesgada que se le puede atribuir a un sistema estadístico es aquella en la que, dadas unas ciertas condiciones fijas, maximiza la entropía [10]. En una situación de desconocimiento de información, la distribución estadística menos sesgada será aquella en que menos información extrínseca al problema contenga. De este concepto nos apropiamos para determinar cuáles son esas variables necesarias para explicar el fenómeno.

1.5. Prospectiva

Consiste en estimar cualitativamente los escenarios que podemos enfrentar en un futuro y prepararnos para ellos. Se presentarán situaciones que se quieran evitar y otras que se deben promover. La información cuantitativa estimada con el modelo estadístico para la gestión de riesgo es una herramienta útil en este caso¹⁵. Se pronostica a corto plazo el estado sistema y se aprovecha dicha información para llegar a lo deseado por la organización.



La metodología consiste en tener un interlocutor que plantea cuestionamientos a expertos en el riesgo a gestionar y posibles escenarios futuros que se pueden generar; luego se recopila la información, se correlaciona y obtienen los contextos más probables. Si no se logran acuerdos entre los consultados, debe volverse a enviar la solicitud hasta que estos lleguen a un consenso.

Por ejemplo, se da un escenario en que la desertión de los clientes del mercado no regulado, que son los de mayor rentabilidad en el sector de servicios públicos, se incrementa en un 10.00% con una probabilidad del 80%, generando un impacto negativo en la organización. Para este caso, vale la pena mirar qué resultados está arrojando el modelo de riesgo empleado en ciclo el crédito, en particular en el mantenimiento, y obtener parámetros de mercado para conservar y fidelizar los clientes susceptibles a desertar el servicio y mantener aquellos con baja probabilidad del evento. Otro escenario puede ser el que el recaudo se va a incrementar en un 20% en 10 meses, dando un excelente beneficio. Dicho acontecimiento se puede sustanciar del modelo implantado para calcular la probabilidad de pago y potenciarlo.

¹⁴ Es una función de estado de carácter extensivo. La palabra entropía procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación. Fue Rudolf Clausius quien le dio nombre y la desarrolló durante la década de 1850; y Ludwig Boltzmann, quien encontró la manera de expresar matemáticamente este concepto, desde el punto de vista de la probabilidad.

¹⁵ En este momento el método propuesto trabaja de manera cualitativa; se pretende llegar a una herramienta cuantitativa por medio de la teoría de cuerdas y la teoría M.

Un resumen esquemático del método para la modelación estadística de riesgo en el ciclo de crédito formulado en este artículo, se muestra a continuación.

Como se observa en la figura 3, el método presenta mejoramiento continuo, además, cuenta con una actividad transversal que ayuda a afrontar los posibles escenarios futuros.

2. Aplicación del Modelo Estadístico OW¹⁶ – EPM

Ahora observemos un modelo de riesgo de pago desarrollado con el método descrito para la cartera de otras cuentas facturadas por EPM, con el objetivo de segmentarla por riesgo de pago a corto y largo plazo. Se

muestra su uso, aplicación y bondades en la gestión de cobro y provisión de cartera -cálculo de pérdida esperada, así como en la cobranza, actividad explícita en el ciclo de crédito y la última en la evaluación de la gestión del mismo.

Para obtener el modelo se parte de una data compuesta por la cartera a octubre de 2011 y las facturas generadas y canceladas para el mismo mes. Las variables a considerar por parte de los conocedores son:

- Importe pendiente: saldo adeudado a la fecha de corte
- # días: días de mora
- UEN: Unidad Estratégica de Negocio
- Descripción: cuenta contable que categoriza el grupo al que pertenece el documento de cobro

Los campos anteriormente descritos presentan un 100% en calidad de información. One World es un sistema de alta rotación para las cuentas y por tal motivo las variables comportamentales son difíciles de obtener¹⁷.

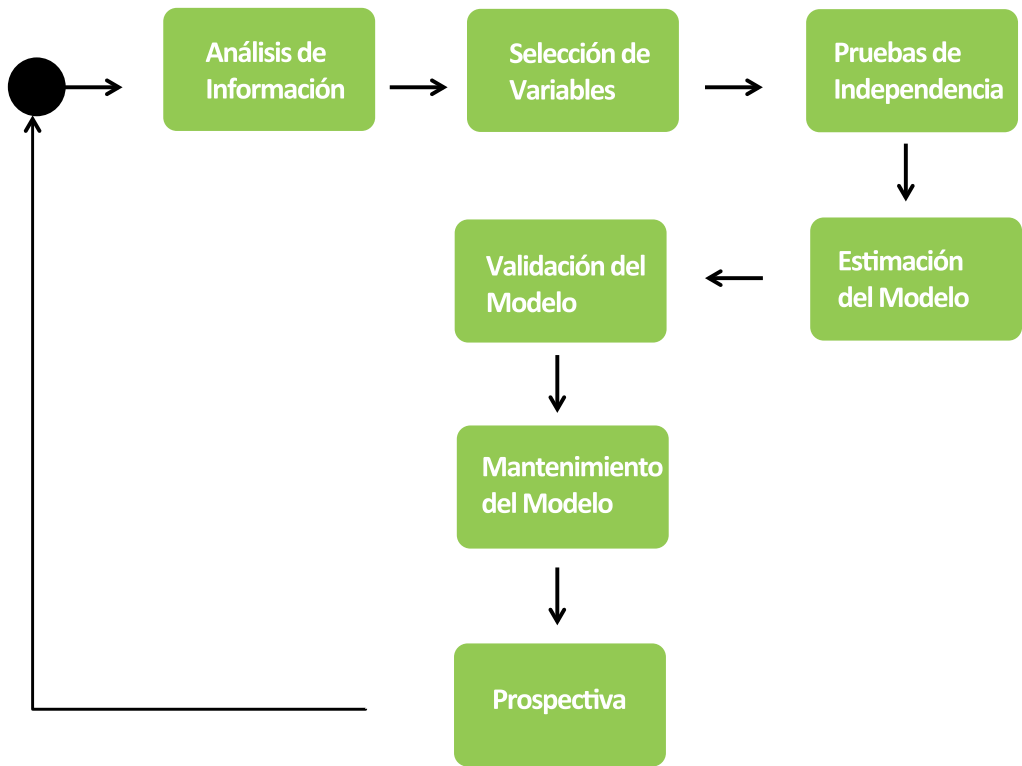


Figura 3. Actividades: Método Modelación Estadística de Riesgo - Ciclo de crédito.

¹⁶ El One World –OW- es un sistema transaccional de facturas por ventas de otros cobros en EPM.

¹⁷ La carencia de variables comportamentales sigue presente y, por lo tanto, se inició un trabajo para el logro de este objetivo.

Las pruebas de independencia estadística realizadas con un margen de error del 5% determinaron un rechazo en la hipótesis nula para cada una de las categorías, a partir de lo cual se afirma que el saldo promedio adeudado, la edad de mora, la UEN y la cuenta contable se correlacionan con la respuesta de que un documento sea cancelado o no.

Según conocedores de esta cartera, los resultados arrojados en la regresión para el aplicativo OW concuerdan con la realidad. Se puede apreciar cómo los documentos que se encuentran en Ley 550 presentan ponderaciones negativas y los de cartera corriente positiva en el pago de su deuda.

El modelo obtenido para OW es:

$$S = -1.15 - 2.79 X1 + 0.64 X2 + 0.65 X3 - 0.59 X4 + 0.40 X5 - 0.31 X6 + 2.77 X7 - 2.52 X8 - 3.10 X9 - 4.11 X10 - 3.91 X11 - 3.76 X12 - 3.71 X13 + 0.84 X14 + 1.16 X15 + 2.12 X16 + 0.88 X17$$

Donde:

- X1: Si el documento cuenta con más de 30 días de mora
- X2: Si el documento presenta mora entre 1 y 30 días
- X3: Si el documento está en la UEN 133
- X4: Si el documento está en la UEN 151
- X5: Si el documento está en la UEN 172
- X6: Si el documento está en la UEN 198
- X7: Si el documento tiene cero (o) días de mora -cartera corriente-
- X8: Si el documento es de un proceso de reestructuración económica
- X9: Si el documento es de cuotas partes
- X10: Si el documento es una cuenta de impuestos
- X11: Si el documento es de una cuenta que pertenece a Ley 550 acueducto
- X12: Si el documento pertenece a Ley 550 alcantarillado
- X13: Si el documento es de una cuenta que pertenece a Ley 550 energía
- X14: Si el documento es una cuenta de Otras Cuentas
- X15: Si el documento es una cuenta de Otros Deudores
- X16: Si el documento es una cuenta de Otros Servicios
- X17: Si el documento es una cuenta de Servicios de Energía

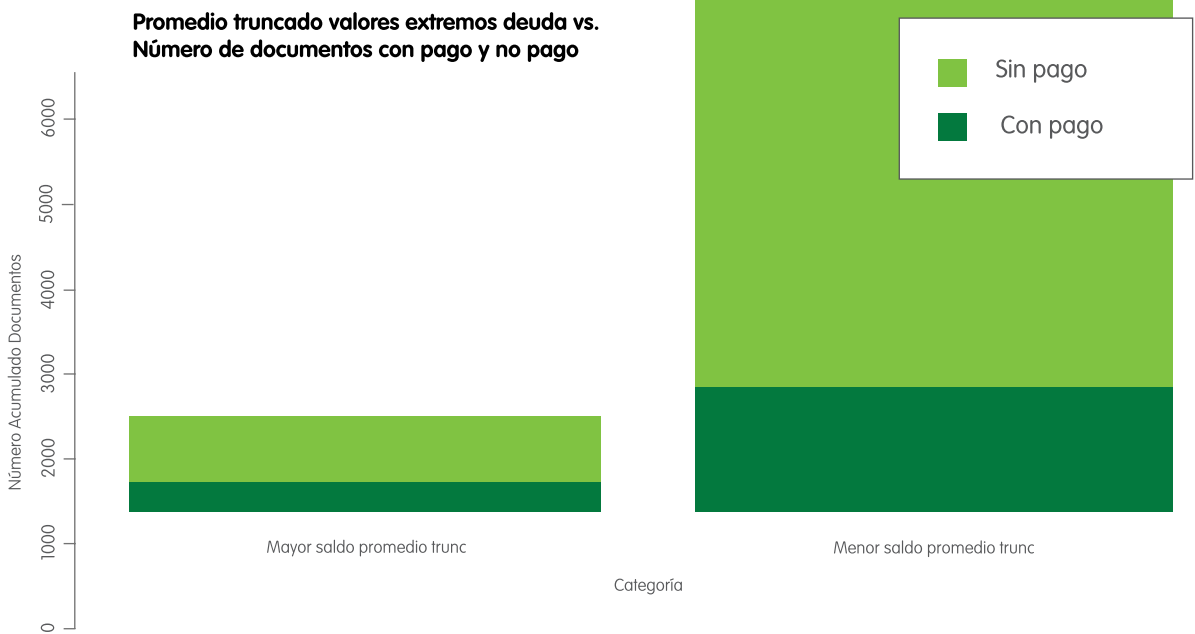


Figura 4. Saldo promedio deuda - documentos con y sin pago.
Fuente: OW

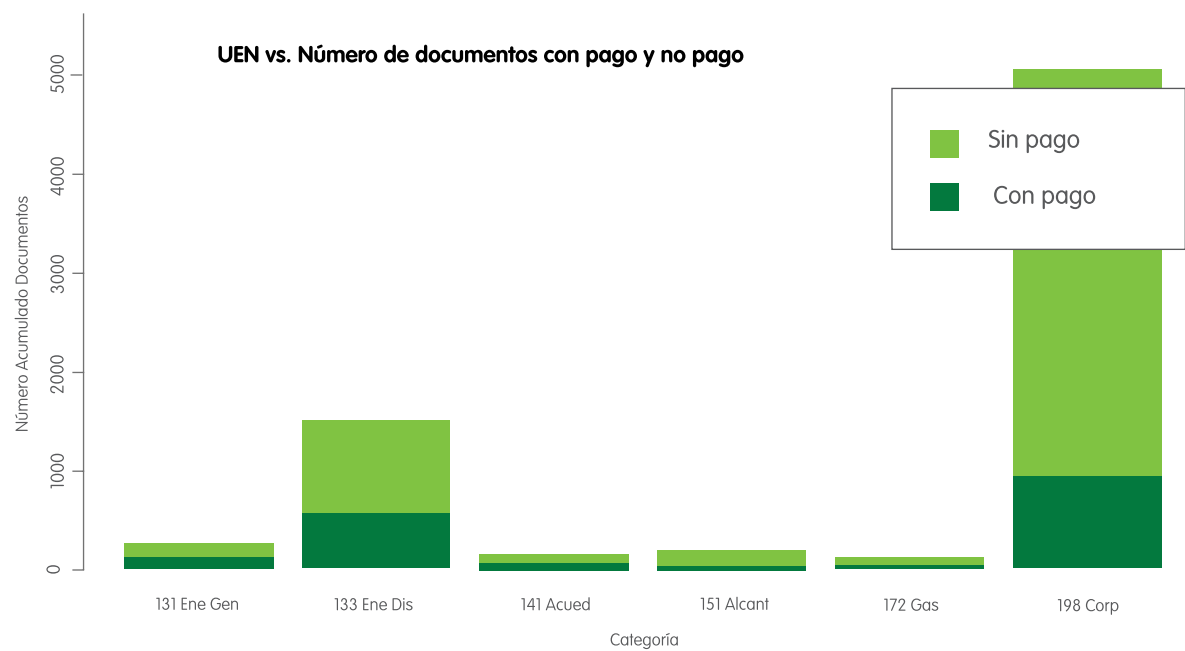


Figura 5. UEN - documentos con y sin pago.
Fuente: OW

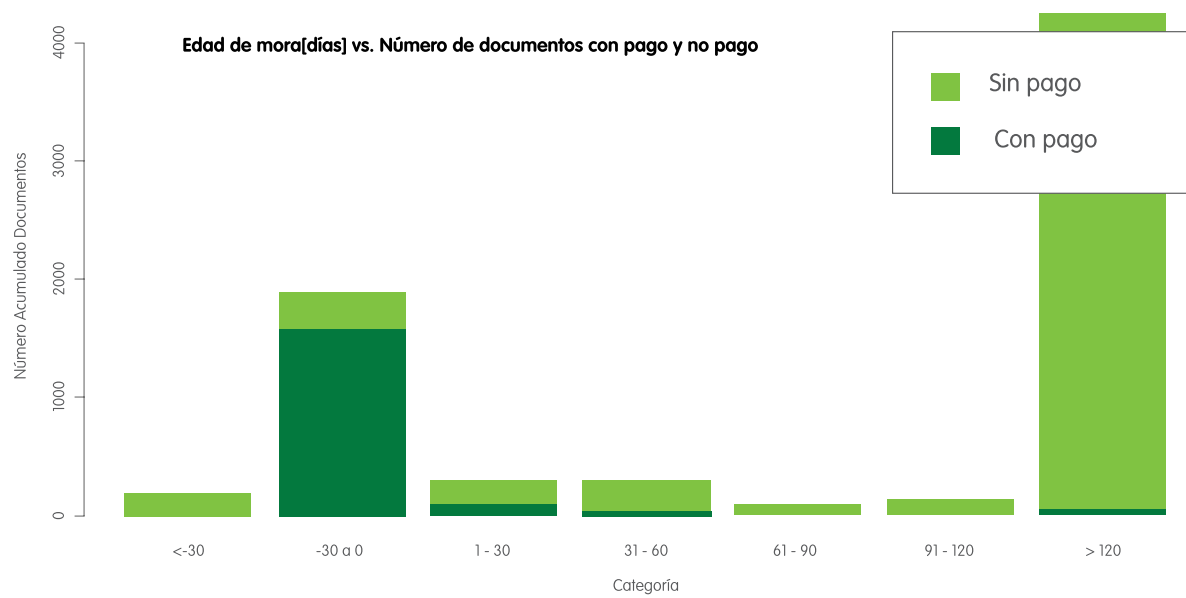


Figura 6. Edad de mora - documentos con y sin pago.
Fuente: OW

Para un score particular, supongamos que un documento está en cartera corriente y es una cuenta de servicios de energía.

$$S = -1.15 - 2.79*0 + 0.64*0 + 0.65*0 - 0.59*0 + 0.40*0 - 0.31*0 + 2.77*1 - 2.52*0 - 3.10*0 - 4.11*0 - 3.91*0 - 3.76*0 - 3.71*0 + 0.84*0 + 1.16*0 + 2.12*0 + 0.88*1 = 2.15$$

Como se observa, en la aplicación de la función solo se combinan linealmente, se multiplican por uno (1), aquellas variables que aplican para el documento; las demás son anuladas por el producto con cero (0), la constante -1.15 que hace referencia al estado del sistema en general, para este caso un estado de cartera con baja tendencia a ser normalizada, siempre se aplica a cualesquier documento.

Llevando a un valor lineal el resultado, aplicando (11), se tiene:

$$P = \exp(2.15) / 1 + \exp(2.15) = 0.89$$

Según las condiciones de este documento, su probabilidad de pago es del 89.56%

Un cliente puede presentar diferentes documentos de cobro, el riesgo de pago asociado al cliente será el que herede del documento de cobro con menor probabilidad de pago.

La prueba ROC para el modelo estadístico de OW se muestra a continuación

La curva revela un buen ajuste, ya que se encuentra holgada hacia la diagonal superior por encima de la línea de igualdad en el pronóstico; es decir, las proporciones de documentos a los cuales se pronosticó pago y realmente lo efectuaron, así como aquellos que contaban con baja probabilidad en el suceso y no lo ocasionaron, se maximizan en el total de la población. Dicho resultado grafico se corrobora con la prueba de calidad del modelo que registra un nivel de confianza del 95%, con los siguiente puntos de corte o cut – off¹⁸.

- 0 - 420 Riesgo alto
- 421 - 813 Riesgo medio
- 814 - 1000 Riesgo bajo

El riesgo obtenido fue aprovechado para calcular la pérdida esperada, según la Superfinanciera de Colombia basada en "Credit Risk Management", Sumant Palwankar, 2009. PE = Probabilidad incumplimiento% * Exposición activo\$ * Porcentaje incumplimiento%

La exposición del activo hace referencia al valor de las cuentas por cobrar. El porcentaje de incumplimiento se obtiene del análisis de cascada establecido por EPM en el cual se analiza el deterioro del dinero en cartera en un año. Y la probabilidad de Incumplimiento está asociada al pronóstico de caer en default -en mora- de los documentos por riesgo¹⁹.

En septiembre de 2013 se realizó mantenimiento al modelo. En este análisis se decidió establecer una variable determinante sugerida por los conocedores de esta cartera, calificando en alto riesgo todos aquellos documentos pertenecientes a clientes que se encuentran en Procesos Concursales -Reestructuración Económica y Liquidación Judicial-. Las variables determinantes van asociadas con la aberración al riesgo. Las demás variables seguirán discriminando en el riesgo²⁰.

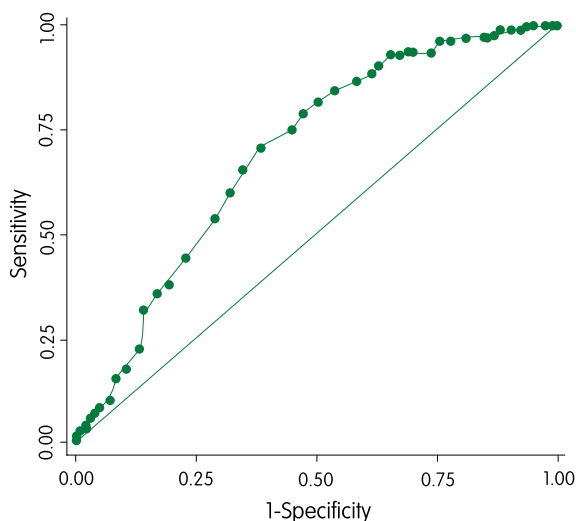


Figura 7. Curva ROC OW EPM.
Fuente: OW

¹⁸ Buscando obtener un mayor rango en la discriminación del riesgo, los valores arrojados por las probabilidades en un rango de cero (0) y uno (1) se multiplican por 1000.

¹⁹ Ver Cálculo de Pérdida Esperada EPM.

²⁰ Para mayor conocimiento del tema se invita al lector a ver: "Modelo de Riesgo de Cartera y Provisión OW"

Conclusiones

Contar con una herramienta cuantitativa para la gestión de riesgos en el ciclo de crédito permite optimizar recursos y potenciar actividades que promueven el aseguramiento de ingresos de la empresa.

La modelación de riesgo es una técnica que permite obtener escenarios a corto y largo plazo con base en información histórica, actual, simulación estadística y experticia de conocedores del sector, preparándolos para promover oportunidades y cubrirse o hacer frente a situaciones no deseadas por la organización.

No solo las empresas del sector financiero deben aplicar modelos para calcular la probabilidad de que un evento llegue a su consecución. También los diferentes sectores enfrentan el desafío dado por la inteligencia de información para ser competitivos y aprovechar las oportunidades del mercado.

La aplicación de la física teórica a las finanzas en la gestión de riesgos puede potencializarse en otras áreas y contribuir al mejoramiento.

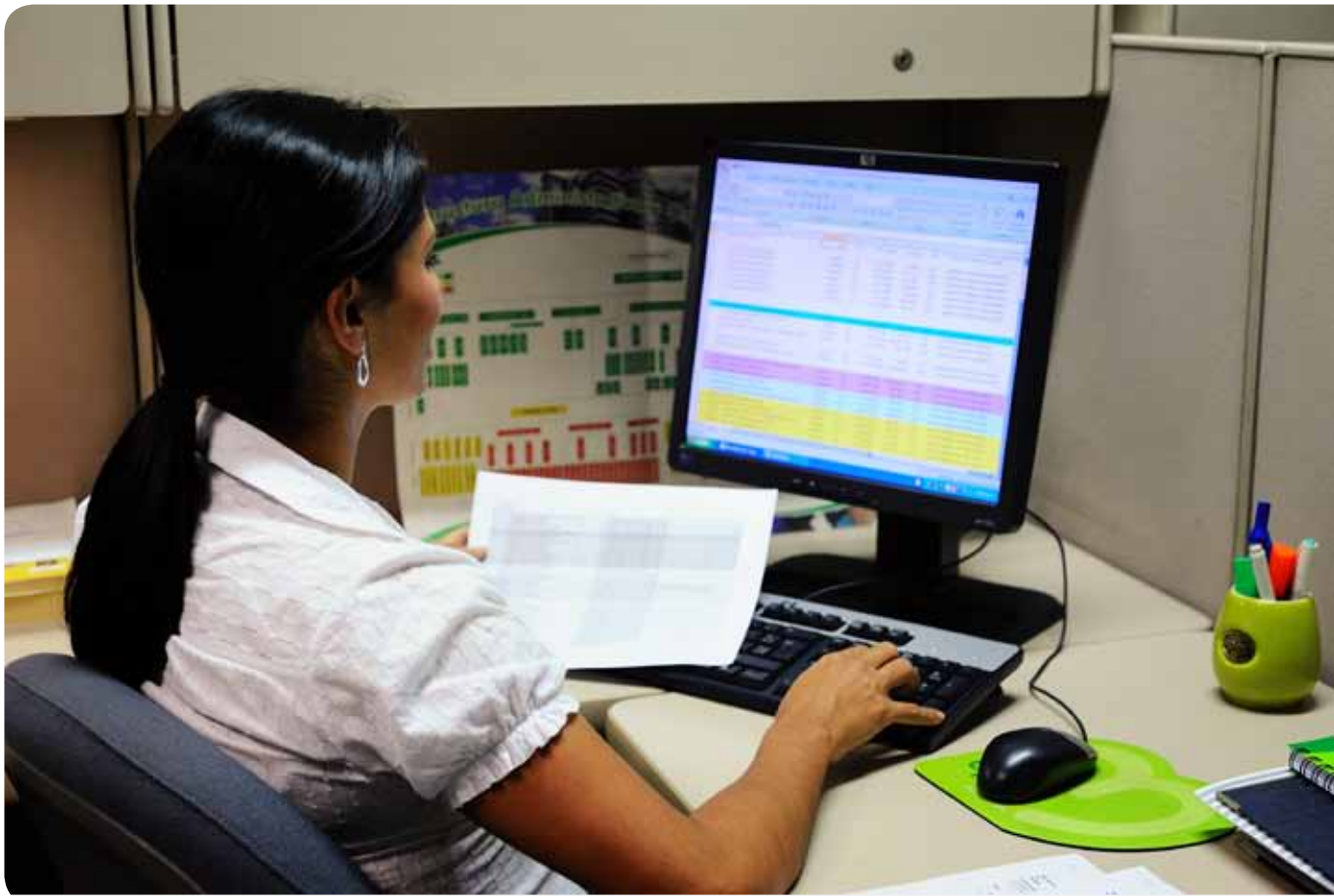
El método propuesto por EPM y aplicado a diversas empresas del Grupo EPM, cuenta con excelentes resultados. En este texto se muestra su operación en el sistema transaccional OW, en el cual se obtuvo un buen resultado, con un margen del error del 5.00 %. En la actualidad se emplea en tareas como la provisión de cartera, la segmentación en acciones de cobro y los informes de revelación de cartera, entre otros.

Apéndice

Script en R: “Pruebas Estadísticas Modelación Estadística de Riesgos EPM”

Referencias

- AGRESTI, Alan. An Introduction to Categorical Data Analysis. 2th edition. Florida-U.S.A: WILEY - INTERSCIENCE, 2007. Department of Statistics University of Florida Gainesville.
- BOLES CENGEL, Yunus A., Michael A. Thermodynamics: an Engineering Approach. 6. Ed. New York USA: McGraw – Hill, 2011.
- CARDONA HERNÁNDEZ, Paola Andrea. Aplicación de árboles de decisión en modelos de riesgo de crédito. En: Revista Colombiana de Estadística. Vol. 27, No. 2. Diciembre, 2004. p.139 - 151.
- CORREA, Juan Carlos. [Nota de clase]. Medellín: Facultad de Ciencias Escuela de Estadística Universidad Nacional de Colombia, 2008.
- EPM. El Saetín [Periódico Interno]. Edición especial. Medellín: EPM, 2013.
- EPM. Informe de Resultados 2012. Medellín: EPM, 2012.
- JMMARIN. Modelos Lineales Generalizados. España 2011.
- ROCHON, James. The Application of the GSK Method to the Determination of Minimum Sample Sizes. 1. Ed. Canada: Department of Epidemiology and Biostatistics; Roberts Research Institute, University of Western Ontario, 2008.
- SUPERFINANCIERA. Revista de Ingeniería de Sistemas. Bogotá. Junio, Vol. 24, 2010.



La siembra virtual

Guillermo Alberto Grisales Mesa
Analista Financiero, UNE EPM
Telecomunicaciones S.A.
guillermo.grisales@une.com.co

William Oswaldo Castaño Mesa
Analista de Mercadeo, UNE EPM
Telecomunicaciones S.A.
william.castano.mesa@une.com.co

Palabras clave:

Siembra Virtual, Uso Racional de Energía, UNE EPM Telecomunicaciones S.A.



Resumen

Al asignar el estado apropiado a los equipos de cómputo, de acuerdo con la franja laboral en la que se encuentra un empleado (vacaciones, licencias, pausas activas, entre otras) es posible generar un impacto ambiental equivalente a sembrar y cuidar cuatro árboles por cada usuario.

Esta y otras importantes conclusiones derivan de un estudio llevado a cabo por funcionarios de UNE, en el que se tomó una muestra del universo de computadores utilizados en la empresa, a la cual se le midió la potencia consumida en cada estado y los tiempos de transición entre estados. Estos datos se complementaron con información teórica y consultas a proveedores, y se analizaron para obtener conclusiones orientadas a lograr un ahorro energético y a reducir el impacto ambiental, sin sacrificar la productividad laboral. Las recomendaciones del estudio incluyen dos tipos de acciones: un primer conjunto para ser implementadas a nivel de la empresa y otro conjunto para ser adoptadas por los usuarios finales.

En este artículo te enseñamos cuáles son esas recomendaciones en el uso de los equipos de cómputo que pueden contribuir de manera significativa en el cuidado de nuestros recursos naturales y en la sostenibilidad ambiental y financiera de las empresas.

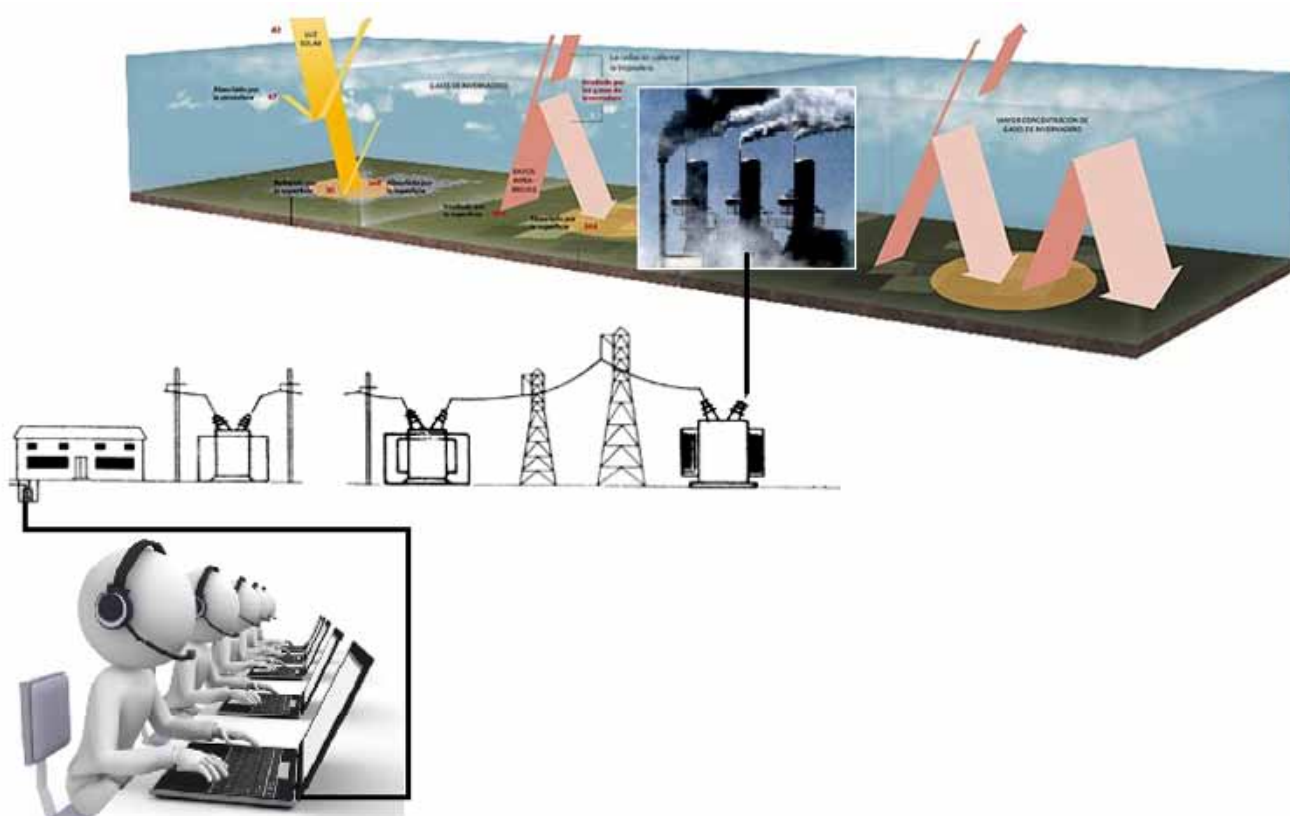
Este trabajo recibió el Sello de Oro en la competición por el Premio Responsabilidad Ambiental 2010¹, fue presentado en el XIII Congreso Internacional de Costos en Portugal en 2013, y es potencialmente aplicable a cualquier organización.

¹ Premio convocado por la Fundación Siembra Colombia y la Embajada Británica con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Infograma 1

Relación entre el uso que le doy a mi computador y el cambio climático

Los computadores se alimentan de energía eléctrica, esta es transportada a nuestras oficinas por medio de un anillo de distribución al que aportan energía las centrales de generación de energía hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica, etc. En Colombia, de acuerdo con cifras del Ministerio de Minas y Energía, y teniendo en cuenta que la mayor fuente de generación de energía es hidroeléctrica, por cada kilovatio generado, se emiten al ambiente 0.2849 kg de dióxido de carbono, que al ubicarse como una capa en la atmósfera terrestre forma una interface que favorece la reflexión de las ondas de calor, propiciando que estas queden atrapadas en la superficie y eleven la temperatura del planeta.



Mientras menos energía consume mi equipo de cómputo, menos dióxido de carbono estoy emitiendo a la atmósfera, lo que reduce el efecto invernadero que genera el aumento de temperatura.

¿Qué es una siembra virtual?

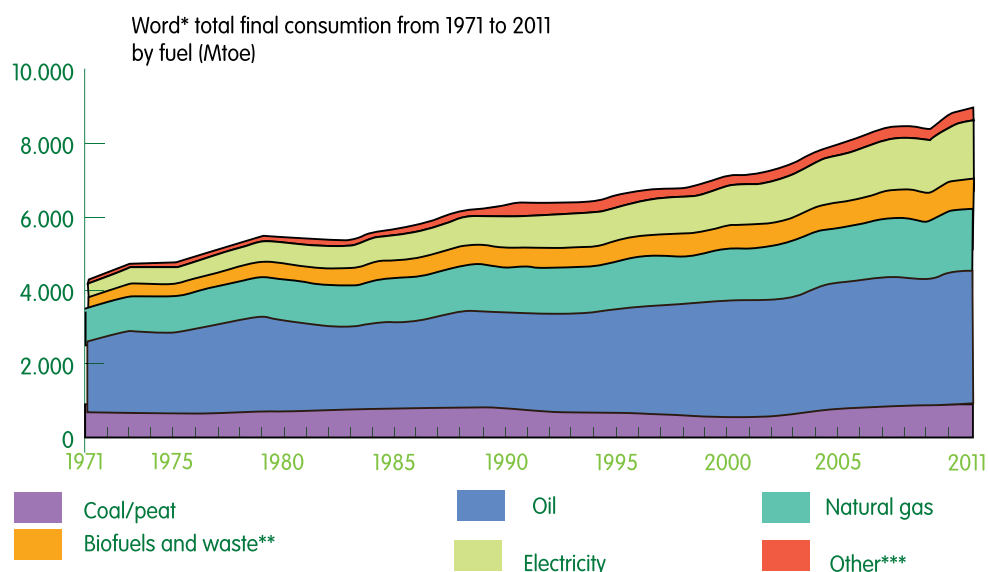
Es la aplicación de prácticas en el uso de equipos informáticos orientadas a minimizar el consumo de energía sin sacrificar la productividad.

En nuestra vida laboral pasamos por distintos momentos que impactan directamente la exigencia que hacemos a nuestro equipo de cómputo. Si estamos, por ejemplo, preparando una presentación, necesitamos varias aplicaciones abiertas y disponibles con las que recogemos y procesamos los insumos que requerimos. Entonces, la demanda de los recursos es elevada. Si al contrario, estamos en vacaciones, este permanecerá inutilizado por el mismo período de tiempo. En otro momento, por ejemplo, durante las pausas activas, también tiene una demanda nula, pero ello no significa que la mejor opción sea la de apagarlo, porque perderemos un tiempo valioso (mayor al pequeño ahorro que presumiblemente obtendríamos por tenerlo apagado durante la pausa activa), mientras lo apagamos y luego mientras lo activamos.

De igual manera, los equipos de cómputo pueden asumir varios estados que impactan directamente el consumo de energía: cuando está desconectado existe un consumo energético nulo; si está conectado y apagado, existe un consumo energético mínimo. Otros estados son: hibernación, suspensión, salvapantalla en color negro y pantalla apagada.

Planteamiento del problema

Según la Agencia Internacional de Energía, en las últimas cuatro décadas casi se ha duplicado el consumo de energía a nivel mundial, lo que sumado al mal uso y destrucción de los recursos naturales ha traído como consecuencia un deterioro alarmante en el ambiente.



Consumo final total mundial de energía de 1971 a 2011 por tipo de fuente.
Fuente: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY-IEA- (2013). París: IEA

En el año 2012 las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) ascendieron a 35.600 millones de toneladas, superando en un 58% las del año 1990 (año establecido como base en el Protocolo de Kyoto) y estableciendo un nuevo récord histórico. Expertos conceptúan que esta situación puede acarrear un incremento de entre 4 y 6 grados centígrados en la temperatura global en los próximos años. En virtud de lo anterior, resulta perentorio que las compañías pongan todo lo que esté a su alcance para contribuir en la reducción de estas emisiones.

Una práctica común en las empresas consiste en dejar los equipos encendidos antes de salir a la hora de almuerzo, al culminar la jornada laboral cada día e incluso el último día de la semana. A pesar de que muchos de estos equipos entran en modo de ahorro de energía una vez haya pasado un tiempo sin usarse, esta práctica comporta un gasto adicional de energía eléctrica, que a la larga implica una emisión innecesaria adicional de CO₂ para el ambiente.

Considerando la cantidad de equipos de cómputo con los que cuenta UNE para su operación diaria, esta compañía puede tener un impacto significativo en el ambiente, en función del uso racional o no que haga de estos equipos, y es responsabilidad de la empresa y de sus funcionarios que dicho impacto sea positivo.

¿Cómo hacer buen uso de los equipos de cómputo?

El objetivo es asignarle un estado al equipo, dependiendo de la situación laboral en la que se encuentre el usuario, que garantice el menor consumo de energía sin sacrificar productividad.

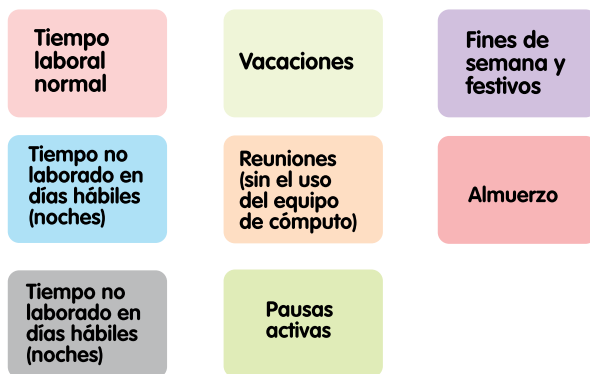
Por ejemplo, si al ausentarme cinco minutos de mi puesto de trabajo para recoger una fotocopia de la impresora compartida, apago y desconecto el computador, esta acción reduce la productividad, pues me tomo un tiempo significativo en llevarlo al estado de apagado y desconectado, y otro tiempo representativo, en encenderlo de nuevo y activar las aplicaciones que requiero. Los costos por consumo de energía que posiblemente me ahorro en esta franja son mínimos, comparados con los costos por improductividad al no tener el equipo disponible. Además, al encenderlo se presenta un pico de consumo de potencia, conocido como “transiente eléctrico”, lo que menoscaba aún más el pretendido ahorro de apagar el equipo para este lapso de tiempo tan pequeño. Si realizo esta práctica con frecuencia, le estaría generando fatiga al equipo, lo que redundará en mayores costos al recortar su vida útil.



Si, por el contrario, cuando tomo una licencia remunerada de dos meses, la acción que ejecuto sobre mi equipo de cómputo es tan solo apagar la pantalla, estaré dando pie a que se genere un consumo de energía prolongado, innecesario y altamente susceptible de evitar.

El óptimo en consumo energético está entonces en asignarle el estado apropiado a nuestro equipo de cómputo, dependiendo de la franja laboral en la que me encuentre, sin sacrificar la productividad:

Definición de franjas de consumo relevantes



Determinación del estado ideal del pc en cada franja



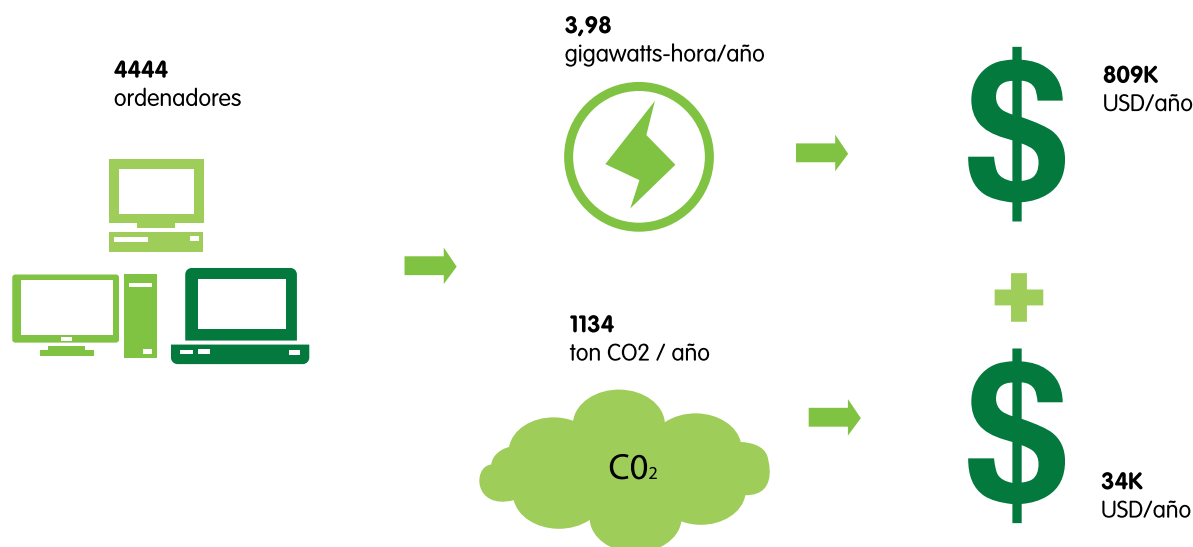
Determinación del estado ideal del PC dependiendo de la franja laboral del usuario.

Fuente: elaboración propia

Para encontrar la respuesta a este interrogante (es decir, cuál estado asignar a los equipos de cómputo en cada franja de tiempo laboral), y para determinar los beneficios en términos económicos y ambientales resultantes de la implementación de dichas definiciones, se conformó un equipo interdisciplinario al interior de UNE, que diseñó y condujo el estudio que se detalla a continuación:

Situación inicial – Año 2010

En 2010 UNE EPM Telecomunicaciones contaba con 4.444 equipos de cómputo en funcionamiento, para un consumo 3.98 gigawatts-hora/año, lo que representaba un costo de US\$ 808.995. Estos equipos usualmente permanecían encendidos, incluso cuando no se encontraban en uso, lo cual implicaba un gasto innecesario de energía, de doble vía (energía gastada por el equipo de cómputo y energía por el sistema de aire acondicionado para mantener la temperatura de las sedes de trabajo), con una emisión de CO2 al medio ambiente relacionada estimada en 1.134 ton/año y con su costo económico asociado de US\$ 33.936 al año.



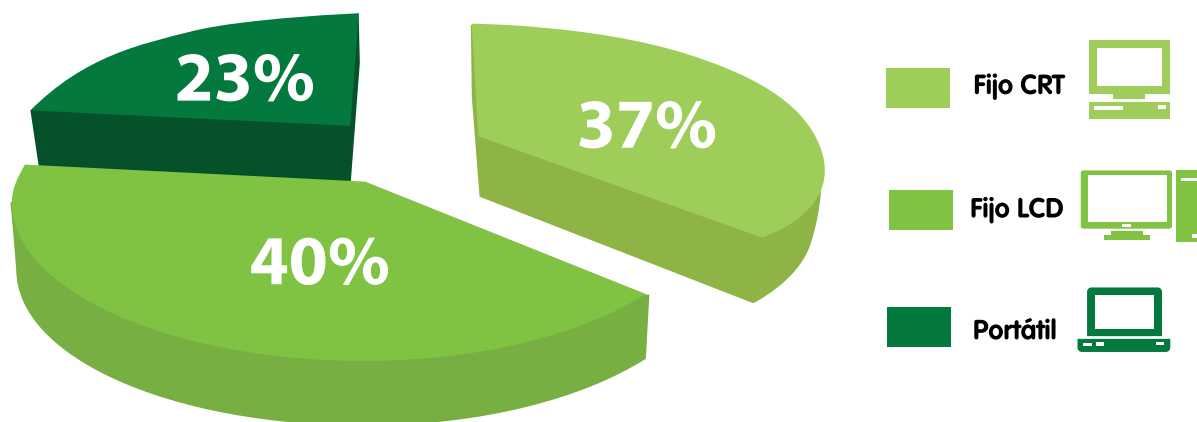
Situación inicial consumo de energía, emisión de CO2 y costos asociados con la operación de los equipos de cómputo.
Fuente: elaboración propia

El universo de equipos de cómputo de la compañía estaba compuesto de tres tecnologías: equipos con monitores CRT (37%), equipos con monitores LCD (40%) y equipos portátiles (23%).

Metodología

Con base en una muestra y en una ventana de tiempo de un año, se estimó el consumo de energía de los equipos de las distintas tecnologías en las diferentes franjas laborales, teniendo en cuenta tanto el consumo de energía directo del equipo como el consumo del sistema de aire acondicionado que se requiere para contrarrestar el calor generado por los computadores. Se calcularon los costos por improductividad que se desprenden de los tiempos de conmutación (tiempo que tarda el equipo de cómputo para cambiar al estado deseado) y los costos de fijación de CO₂, es decir lo que nos costaría neutralizar el CO₂ asociado al consumo energético de cada estado del equipo. Se creó una fórmula que representa la función de costos de cada estado y se buscó minimizar el resultado de dicha fórmula.

Composición de la población



Composición de la población de equipos de cómputo UNE
Fuente: elaboración propia

Mediciones en el laboratorio

Se tomó como base para el estudio, los 10 modelos de equipos más comunes en UNE, que representaban el 56% de la población total. En las instalaciones del Laboratorio de Ofimática de la empresa se midieron el consumo de potencia eléctrica en cada estado y los tiempos de transición entre estados. Cada medición se repitió tres veces para elevar la confiabilidad de los resultados. A partir de cada terna de resultados se obtuvo un promedio.

Adicionalmente, se solicitó a los fabricantes o se tomaron de las fichas técnicas de los diferentes equipos, los valores teóricos de consumo de potencia en vatios. Estos valores teóricos se promediaron con los valores de potencia encontrados en el laboratorio.



Mediciones
en el Laboratorio
de Ofimática
UNE



Fichas
técnicas e
información
de los
proveedores



Potencia
consumida
por los
equipos en
cada estado

Metodología para determinar la potencia consumida por los PC.

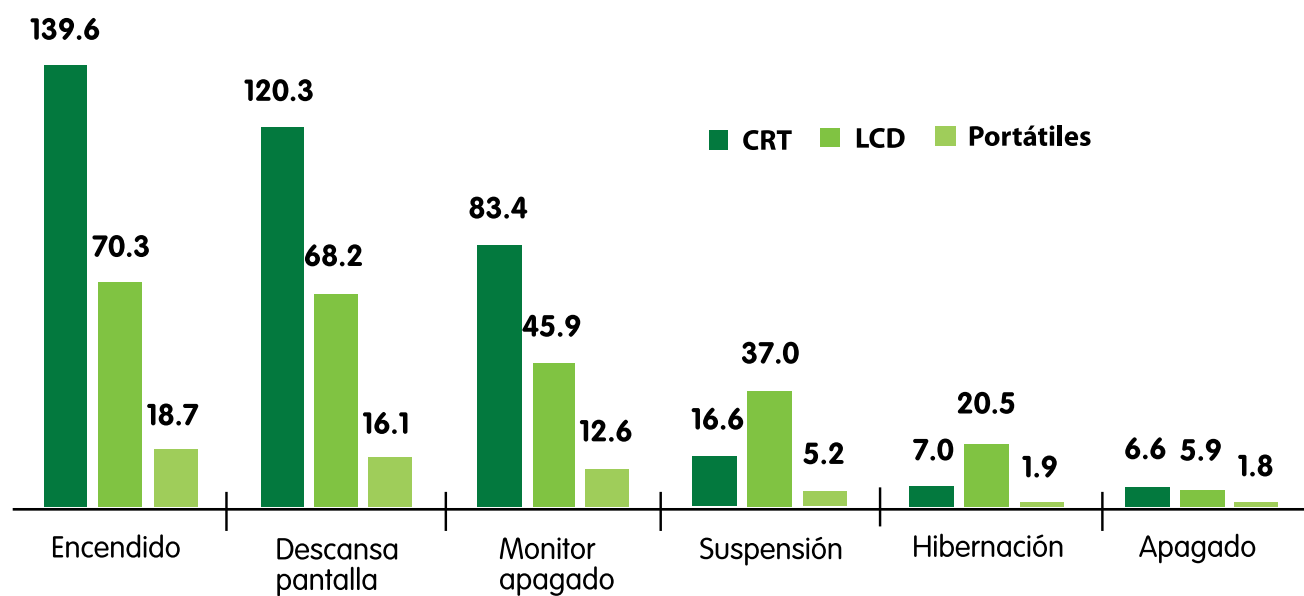
Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta los pesos de cada modelo de equipo de cómputo, se obtuvo el siguiente resultado:

Potencia:

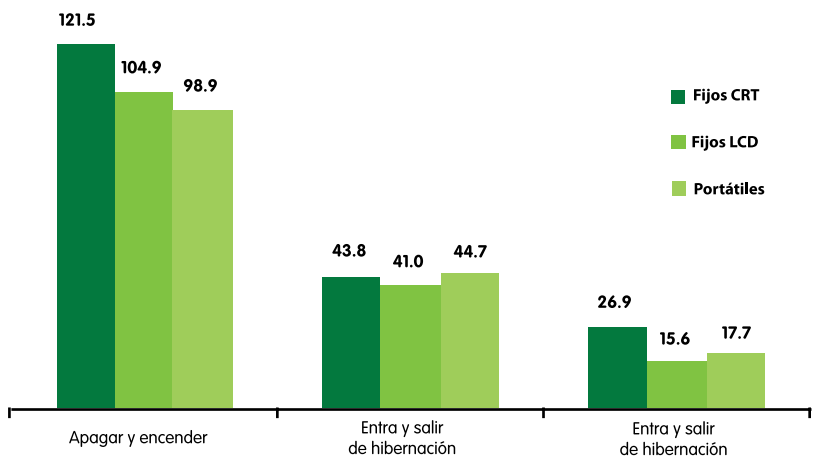
Tiempos de transición entre estados:

Potencia necesaria para compensar el aumento de temperatura



Consumo de potencia (Watts) por estado y por tecnología del equipo de cómputo.

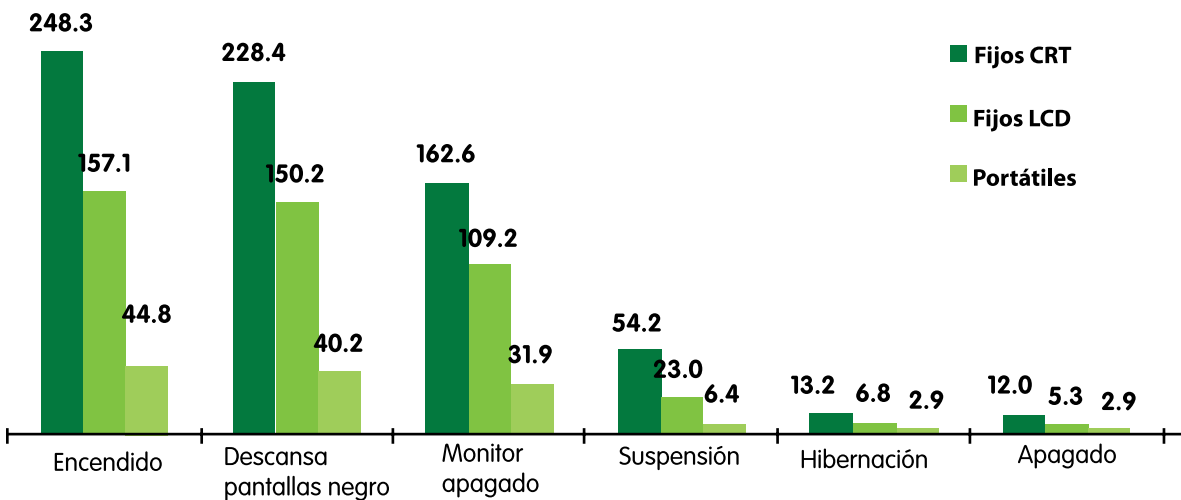
Fuente: elaboración propia



Tiempo de transición (segundos) por tecnología del equipo de cómputo.
Fuente: elaboración propia

Los datos de aumento de temperatura generados por los equipos de cómputo en cada estado, expresado en BTU/h, fueron suministrados por los fabricantes o extractados de las fichas técnicas de los equipos. La siguiente gráfica presenta los resultados consolidados por tipo de tecnología y por estado:

La siguiente tabla publicada por la empresa Tecniservicios Coldest C.A. presenta el consumo eléctrico de aires acondicionados de alta eficiencia en función de la cantidad de BTU:



Generación de aumento de temperatura (en BTU/h) por tecnología del equipo de cómputo.
Fuente: elaboración propia

De allí se infiere que para 1 BTU/h se requeriría, en promedio, 0.000114369 kW de potencia eléctrica en el aire acondicionado.

Consumo de potencia eléctrica de sistemas de aire acondicionado dependiendo de la cantidad de BTU

Fuente: Tecniservicios Coldest C.A.²

BTU	kW-h
13000	1,17
15000	1,65
18000	1,81
21000	2,65
36000	4,5

Por su parte, el Instituto Nacional de Ecología de México señala que “la potencia eléctrica de los equipos de aire acondicionado nuevos es de, aproximadamente, 1.2 kW por cada tonelada de refrigeración o 12,000 BTU por hora”³. Haciendo la correspondiente relación, para 1 BTU/h se requeriría 0,0001 kW de potencia eléctrica en el aire acondicionado, valor similar al inferido de la tabla anterior. Al promediar ambos valores, se tendría que para 1 BTU/h se requiere 0,000107184 kW de potencia. Este fue el parámetro utilizado para calcular la potencia adicional requerida para compensar la temperatura.



² Recuperado el 14/10/2013 de: <http://web.archive.org/web/20080901012720/http://www.geocities.com/tecnicoldest/consumo.html>

³ Recuperado el 14/10/2013 de: <http://vivienda.ine.gob.mx/index.php/energia/los-usos-en-el-hogar/climatizacion-y-a-acondicionado>



Emisión de CO₂ y costos de fijación del CO₂

Se determinaron las emisiones de CO₂ equivalentes causadas por el consumo energético, tomando como factor 0.2849 kilogramos de CO₂ por cada kW-h.

El costo de fijación del CO₂ emitido equivalente se determinó en US\$29,93 por tonelada, el cual se obtuvo promediando todos los valores determinados en el trabajo reseñado al pie de página⁴.

Improductividad del usuario durante los periodos de transición entre estados del equipo de cómputo

Con los datos de tiempos de transición desde y hacia estado “encendido” se estimaron los costos asociados a la reducción de productividad del usuario al no tener disponible el equipo mientras este se apaga, se suspende o se hiberna y regresa a estado encendido y carga correctamente el sistema operativo y demás componentes. Se estimó que la productividad del usuario decaía durante dichas transiciones en un 10% pues, aunque no contaba con el equipo de cómputo, podía dedicarse a otras actividades (este valor será diferente en cada empresa).

Para el cálculo del costo por improductividad, se tuvo en cuenta el costo laboral promedio del total de empleados de la compañía y el costo promedio de la oficina utilizada por el empleado. El costo por hora de un empleado (incluyendo otros elementos adicionales, como la oficina que utiliza) era de US\$21,04, valor que incluye el factor prestacional.



⁴ Gutiérrez, V.; y Lopera, G. (2001).

Modelo de costos desarrollado

Con base en lo anterior, se obtuvo un modelo de costos que incluía las siguientes variables:

Donde:

$$C T = C e + C i + C f$$



- **CT:** representa el costo total
- **Ce:** representa el costo de la energía eléctrica requerida por el equipo de cómputo, más la energía eléctrica requerida en el aire acondicionado para contrarrestar la temperatura generada por el equipo de cómputo.
- **Ci:** representa el costo de improductividad del empleado durante las transiciones del equipo del estado “encendido” a cualquier otro estado y de vuelta a “encendido”.
- **Cf:** representa el costo de fijación del CO₂ emitido.

Es importante anotar que los dos primeros costos (Ce y Ci) serían internos a la empresa, mientras que el tercer costo (Cf) sería externo.

Resultados del modelo

El modelo fue evaluado para un periodo de un año en cada una de las tres tecnologías: equipos con pantalla CRT, equipos con pantalla LCD y equipos portátiles.

Para cada franja laboral, se calcularon los costos (de energía eléctrica, de improductividad laboral y de fijación de CO₂) y los kilogramos de CO₂ equivalentes emitidos, en el supuesto caso de que el equipo estuviera encendido todo el tiempo, tomando este escenario como línea base.

Luego, para cada franja laboral se determinó cómo variaban los costos y los kilogramos de CO₂ emitidos si se llevara el equipo de cómputo a cada uno de los demás estados (apagado, suspendido, etc.).

De este modo, se pudo determinar, por ejemplo, cuáles serían los impactos de poner a hibernar el equipo cada noche, en lugar de dejarlo encendido; o de apagarlo durante las vacaciones en lugar de dejarlo encendido.

Se evaluó la función en los diferentes estados laborales, para encontrar cuál era la mejor opción en cada estado (dejar el equipo encendido, activar salvapantalla en negro, apagar monitor, suspender, hibernar o apagar). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Acciones a implementar por UNE EPM Telecomunicaciones

Con base en los resultados obtenidos, se implementaron las siguientes prácticas ofimáticas:

- Configurar en las semillas de los equipos de cómputo las siguientes políticas de ahorro de energía: A) Salvapantalla en negro después de cinco minutos de inactividad. B) Apagado de pantalla después de 10 minutos de inactividad. C) Hibernación después de tres horas de inactividad. D) Apagado de pantalla en equipos portátiles asociado con la acción de abatir la pantalla.
- Para los equipos ya existentes, configurar y distribuir desde el Directorio Activo dichas políticas de ahorro de energía.
- Revisar desde la Mesa de Servicio estos parámetros antes de concluir una actividad de soporte en sitio.
- Adquirir solo equipos que cumplan con los requisitos de ahorro de energía que impone la Agencia de Protección Ambiental.
- Realizar campañas de difusión y de persuasión para la realización de estas acciones.
- Reglamentar a través de circulares internas.

Franja de Tiempo	Estado ideal	Acciones del usuario final	Observaciones
Tiempo laboral normal	Encendido	Ninguna	•El usuario requiere el equipo encendido para desempeñar sus funciones.
Vacaciones	Apagado	Apagar al salir a vacaciones	•El ahorro por apagar el equipo durante las vacaciones es prácticamente igual al ahorro por hibernación. •Las emisiones de CO ₂ son ligeramente menores al apagar que al dejar hibernando. •Algunos usuarios podrían no saber cómo poner el equipo a hibernar, pero todos sí saben como apagarlo.
Fines de semana y festivos	Apagado	Apagar el último día de la semana	•Ahorro de energía durante el tiempo que tardaría la entrada automática a estado de hibernación (3 horas) •Posibilidad de que semanalmente entren en vigor las actualizaciones de software enviadas a través de la red corporativa. •El ahorro por apagar el equipo durante los fines de semana es prácticamente igual al ahorro por hibernación.
Tiempo no laborado en días hábiles (noches)	Hibernación	Apagar la pantalla del equipo	•El equipo pasa a estado de hibernación automáticamente al cabo de tres horas de inactividad. •Con una sencilla acción, el usuario se siente parte de la solución. •Se facilita la homologación de acciones centralizadas a nivel de la compañía para el ahorro de energía.
Reuniones	Pantalla apagada	Apagar la pantalla del equipo	•Solo para los equipos con monitor CRT resulta más costoso apagar la pantalla que dejar el equipo en suspensión. Sin embargo, los equipos CRT tienden a desaparecer en la compañía. •El ahorro al poner el equipo en este estado para estas franjas de tiempo es prácticamente igual al ahorro de dejarlo en suspensión. •Con una sencilla acción, el usuario lleva la máquina al estado deseado. •El usuario se siente parte de la solución.
Almuerzo	Pantalla apagada	Apagar la pantalla del equipo	•Es el estado que mayores ahorros representa en su aplicación en estas franjas de tiempo. •Con una sencilla acción, el usuario lleva la máquina al estado deseado. •El usuario se siente parte de la solución.
Pausas activas	Pantalla apagada	Apagar la pantalla del equipo	•Es el estado que mayores ahorros representa en su aplicación en estas franjas de tiempo. •Con una sencilla acción, el usuario lleva la máquina al estado deseado. •El usuario se siente parte de la solución.

Acciones a implementar por parte del usuario

Para contribuir con la racionalización de costos y reducir el impacto ambiental asociado con el uso de los equipos de cómputo, estas prácticas ofimáticas solamente demandan dos sencillas acciones de parte del usuario:

- Apagar sus monitores siempre que sepan que no van a usar sus máquinas por más de 10 minutos. En los equipos de escritorio esto se logra presionando el botón de encendido de la pantalla. En los equipos portátiles esta acción se efectúa abatiendo completamente la pantalla. (Observación: para el caso del periodo de inactividad de las noches, el equipo de cómputo entrará en hibernación automáticamente después de tres horas de inactividad, gracias a las políticas configuradas en los equipos).
- Apagar sus equipos de cómputo completamente siempre que se vayan a ausentar por más de 60 horas. Ejemplos típicos de ausencias que superan esa duración incluyen: fines de semana, puentes, vacaciones o licencias.

Resultados

Los resultados asociados con la implementación en UNE EPM Telecomunicaciones del conjunto de acciones definidas, considerando la cantidad de equipos de cómputo existentes, la participación de cada tipo de tecnología y las condiciones estipuladas en el modelo de costos desarrollado fueron los siguientes (año 2010):



Variable	Sin implementar las prácticas	Con las prácticas	Diferencia
Energía eléctrica consumida al año (kW-h)	3.980.498,69	1.130.605,72	-2.849.892,97
Emisiones de CO2 al año (kg)	1.134.044,08	322.109,57	-811.934,51
Costo de energía eléctrica al año (USD)	\$ 808.995,05	\$ 229.783,88	-\$579.211,17
Costo de improductividad al año (USD)	\$ 0,00	\$ 40.516,15	\$ 40.516,15
Costo de fijación de CO2 al año (USD)	\$ 33.936,27	\$ 9.639,13	-\$ 24.297,14
Costo total al año (USD)	\$ 842.931,32	\$ 279.939,16	-\$ 562.992,16
Hectáreas de bosque requeridas para fijación de CO2	32,87	9,34	-23,53

Observamos que el costo de improductividad laboral es de US\$0 en el escenario de no implementar las prácticas ofimáticas (cabe recordar que en el escenario base, se asume que el equipo permanece encendido todo el tiempo, por lo que no hay improductividad laboral asociada con la no disponibilidad de la máquina). Pero aunque este costo aumenta a US\$ 40.516 con las prácticas ofimáticas, el costo total disminuye en US\$ 562.992 anuales, es decir, un 66,8% con respecto al valor base. Desde otra perspectiva, si se valora el tiempo laboral de cada empleado, cada peso de su tiempo invertido en la aplicación de estas sencillas prácticas se traducirá en \$15 de ahorro energético y ecológico para la empresa y para el medio ambiente.

El área “liberada” de esta manera, 23,5 hectáreas, sería el equivalente a aproximadamente a 33 veces el área de juego del estadio Santiago Bernabéu de Madrid.

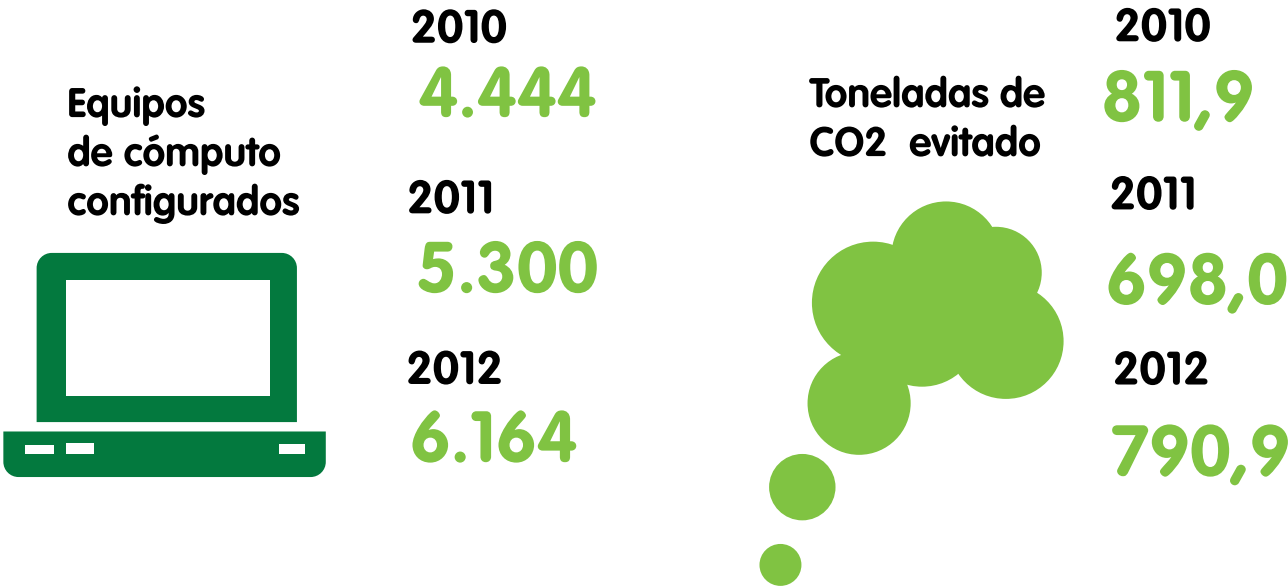
El área “liberada” de esta manera, 23,5 hectáreas, equivaldría a 33 veces el área de juego del estadio Santiago Bernabéu.



El aporte por usuario sería el equivalente a sembrar y mantener 4,8 árboles.



Resultados del programa:



Conclusiones

- Cada año los administradores de servicios de ofimática se preocupan en sus empresas por sustentar y argumentar la conveniencia de adquirir equipos portátiles en lugar de los de escritorio. Sus pretensiones se ven frustradas cuando los gerentes de tecnología recortan el presupuesto para equipos portátiles, aduciendo que es necesario reducir costos. Una de las conclusiones más interesantes del presente estudio es que el costo total de propiedad de un equipo portátil, es decir el costo inicial en adición a los costos operativos durante su vida útil es cerca de US\$200 menor que el de un equipo de escritorio. Significa lo anterior que para una empresa es mucho más económico adquirir los primeros que los segundos, teniendo en cuenta los costos por consumo de energía, improductividad laboral y costos por fijación de dióxido de carbono. Todos los demás beneficios asociados a los equipos portátiles (movilidad, ahorro de espacio, etc.), son un valor agregado.

- Las empresas pueden y deben contribuir de manera significativa en la reducción de los impactos ambientales de sus actividades, a la vez que elevan su eficiencia operacional.

- Aunque en este estudio, uno de los costos contemplados en el modelo (el costo de la improductividad laboral) se aumenta al implementar las prácticas ofimáticas, el resultado conjunto es mucho más provechoso que el

escenario original, incluso si se excluyeran del análisis los costos “externos” de la empresa (costos de fijación de CO₂).

- Al respecto de dichos costos externos, es recomendable que las empresas los incorporen más frecuentemente en sus análisis y en sus procesos de toma de decisiones, con los objetivos de comenzar a identificar de manera más sistémica y consciente sus impactos en la sociedad y de familiarizarse con la cuantificación de un grupo de costos que tarde o temprano tendrán que ser asumidos por el ente económico.

Si valoramos tu tiempo laboral, cada peso de tu tiempo que inviertas en la aplicación de estas sencillas prácticas se traducirá en 15 pesos de ahorro energético y ecológico para tu empresa y para el medio ambiente.



Infograma 2

La siembra virtual



Glosario

• **British Thermal Unit (BTU):** “Cantidad de calor requerido para elevar 1°F la temperatura de 1 lbm de agua a 39°F”⁵.

• **Dióxido de carbono (CO₂):** “Gas generalmente originado en los procesos de combustión de la producción de energía, de la industria y de la calefacción doméstica. La acumulación de este gas podría aumentar considerablemente la temperatura de la superficie terrestre y ocasionar desastres geoquímicos y ecológicos”⁶.

• **Fijación de CO₂:** proceso mediante el cual se extrae el CO₂ presente en la atmósfera y se almacena en forma de biomasa en los bosques, la tierra o el océano. En la fotosíntesis, por ejemplo, “el dióxido de carbono y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno en forma simultánea, que pasa a la atmósfera”⁷.

• **Hibernación:** estado en el cual el equipo de cómputo almacena en el disco duro una “imagen” de la situación en la que se encontraba el sistema, y luego apaga la pantalla, el disco duro y el equipo. Una vez se reinicia el equipo de cómputo, el escritorio se restaura exactamente como estaba antes de hibernar. Por lo general, las actualizaciones no se aplicarán si el equipo se encuentra en estado hibernando, suspendido o apagado. Éstas se instalarán la próxima vez que inicie el equipo. Por lo tanto, es necesario “apagar el equipo, y no dejarlo hibernando o en suspensión, y a continuación reiniciarlo para que las actualizaciones se puedan instalar”⁸.

• **Monitor CRT:** pantalla de tubo de rayos catódicos (Cathode Ray Tube), que actúa como interfaz de salida del equipo de cómputo para mostrar datos o información al usuario.

• **Monitor LCD:** pantalla de cristal líquido (Crystal Liquid Display), también utilizada como interfaz de salida para mostrar información. Utiliza cantidades mucho más pequeñas de energía eléctrica que el monitor CRT.

• **Mtoe:** “Millones de toneladas de petróleo equivalentes”, unidad de energía que equivale a 11.630 GW-h.

• **Suspensión:** en este estado se apagan los dispositivos del equipo de cómputo, como el monitor y el disco duro. Cuando se requiera utilizar el equipo de nuevo, este saldrá del modo de suspensión y el escritorio se restaurará en el mismo punto en que se había dejado. Toma menos tiempo abandonar el estado de suspensión que el de hibernación. En el modo de suspensión (a diferencia de lo que ocurre al hibernar) no se almacena en el disco duro el estado del escritorio, motivo por el cual si se agota el suministro de energía mientras se encuentra en este estado podría sobrevenir la pérdida de la información no guardada.

• **Transiente eléctrico:** exceso temporal de voltaje y corriente en un circuito eléctrico que ha sido perturbado

Bibliografía

- COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 18 0947. Bogotá, Junio, 2010.
- FIGUEROA, M. Los sumideros naturales de CO₂: una estrategia sostenible entre el cambio climático y el Protocolo de Kyoto Desde las perspectivas urbana y territorial. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2007.
- GALLEGO, S. Optimización de la planificación forestal considerando la captura de carbono en bosque de pino-encino de la Sierra Juárez, Oaxaca. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2009. [Tesis de grado].
- GODOY, E. Diccionario de Ecología. Buenos Aires: Valletta Ediciones SRL, 2005.
- GUTIÉRREZ, V. y LOPERA, G. Valoración económica de la fijación de carbono en plantaciones tropicales de Pinus Patula. Chile: Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, 2001.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Key World Energy Statistics. París: IEA, 2013.
- ROLLE, K. Termodinámica. 6. Ed. México: Pearson Educación, 2006.

⁵ Rolle, K. (2006), p.91.

⁶ Godoy, E. (2005), p.73.

⁷ Gallego, S. (2009), p.28.

⁸ Tomado de: [http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc780490\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc780490(v=ws.10).aspx)

Metodología para la identificación de brechas de innovación del sector energético global

Juan David Martínez Ruiz
Gerencia Desarrollo e Innovación EPM
juan.martinez@epm.com.co

Juan David Peña Álvarez
Gerencia Desarrollo e Innovación EPM
juan.pena.alvarez@epm.com.co

Ferney Ovidio Quiceno Gutiérrez
Unidad Aprendizaje Organizacional EPM
ferney.quiceno@contratista.epm.co

Shirley Johana Montoya Uribe
Unidad Aprendizaje Organizacional
shirley.montoya@contratista.epm.co

Arilog Regina Pabón Ángel
Unidad Aprendizaje Organizacional
arilog.pabon@contratista.epm.co

Álvaro Diego Agudelo Arredondo
Unidad Aprendizaje Organizacional
alvaro.agudelo@contratista.epm.co

Palabras clave:

Sector Energético, Investigación, Desarrollo,
Innovación, Agenda Tecnológica CIEN.

Resumen

La innovación se ha convertido en un pilar fundamental para toda organización que pretenda perdurar en el tiempo. Esto supone un ejercicio permanente de implementación de estrategias encaminadas a identificar en qué y de qué manera se debe realizar esta labor. ¿Dónde concentrar esfuerzos para innovar? Es un interrogante que dependerá no solo de las condiciones propias de cada institución sino también de las principales tendencias del sector al cual pertenecen.

Consciente de esta dinámica y ante la necesidad de optimizar recursos (humanos, económicos y de infraestructura), el Centro de Investigación e Innovación en Energía -CIIEI- desarrolló una metodología para identificar los principales desafíos del sector energético internacional en materia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en Colombia, como antesala para definir sus líneas estratégicas de innovación. En este ejercicio se expone la metodología empleada para acometer una investigación orientada a identificar focos estratégicos de innovación de un sector económico, que permitan desarrollar proyectos de investigación de gran impacto para el mercado.



Introducción

Cada vez es mayor el incremento en nuevos desarrollos tecnológicos orientados a solucionar problemáticas de la sociedad. Conocer las tendencias y la prospectiva de un determinado sector reviste gran importancia para cualquier organización de cara a satisfacer las necesidades de este mercado, a través de productos o servicios innovadores. Lo anterior sugiere la identificación de brechas o retos de innovación que realmente se traduzcan en soluciones diferenciadas.

El CIEN¹ es un convenio de alianza estratégica creado entre EPM, la Universidad de Antioquia, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y el Instituto Tecnológico Metropolitano, concebido como un espacio virtual que pretende aprovechar sinergias entre las instituciones que lo conforman y, con base en ellas, desarrollar soluciones para el mercado energético global, mientras contribuye socialmente con la creación de nuevas capacidades tecnológicas y empresariales.

A partir de un proceso continuo de planeación y ejecución de sus actividades de investigación, desarrollo e innovación, el CIEN se propuso elaborar una agenda tecnológica² encaminada a identificar desafíos del sector energético que serían la punta de lanza para los proyectos que desde el Centro se debían acometer para satisfacer las necesidades del mercado global, de tal forma que se optimizaran los recursos.

Durante la etapa de conceptualización del Centro se definieron unos ejes temáticos³ que, si bien fueron considerados en su momento como un conjunto de iniciativas coherentemente articuladas, carecían de un nivel de especificidad que les permitiera ser abordados como retos de innovación. Por esta razón se vio la necesidad de acotar estas líneas mediante la elaboración de una agenda tecnológica que definiera unos desafíos mucho más específicos.

¿Cómo realizar una lectura del panorama energético a nivel mundial que posteriormente permitiera priorizar líneas estratégicas de innovación? Este y otros interrogantes fueron el punto de partida para apropiarse una metodología que se ajustara a las necesidades previamente definidas y un instrumento de trabajo para categorizar, clasificar, estructurar y, al mismo tiempo, analizar la gran cantidad de información que implicaba el alcance de este ejercicio.

Después de realizar un referenciamiento con expertos en áreas afines y complementarlo con búsquedas especializadas de información, no se encontró un mecanismo de apoyo que facilitara el ejercicio. Esto implicaba la conceptualización y construcción de todo el material de apoyo: encuestas, formularios, plantillas, reportes, etc. ¿Cómo empezar? Con la ayuda de expertos, se concluyó que era preciso realizar una investigación donde se hiciera una lectura del entorno tecnológico, regulatorio y de mercado del sector energético internacional, para contrastarla luego con una lectura similar para Colombia y, finalmente, confrontar toda esta información con las capacidades científicas, de gestión e infraestructura del Centro.

Este proceso, consistió en seleccionar varias categorías de actores⁴ que cubrieran gran parte del panorama energético a nivel mundial, con protagonismo en prospectiva energética, decisivos en el desarrollo de soluciones tecnológicas y ofreciendo, además, información suficiente para establecer planes, programas, políticas y proyectos de investigación, entre otros. La realización de entrevistas y grupos focales con expertos en la materia y varios asesores externos, permitieron concluir que las categorías que cumplían con estas características eran:

En el ámbito global: agencias de energía, países, empresas y centros de investigación.

En el ámbito nacional: entidades del Estado.

Para las capacidades del talento humano del CIEN, los 37 grupos de investigación que lo integran.

Teniendo claro que para realizar una lectura del panorama energético global era preciso hacer una revisión de varias categorías de actores: agencias de energía, países, empresas del sector y centros de investigación, el reto consistió en establecer y diseñar estrategias para seleccionar, caracterizar y analizar los actores más representativos de cada categoría. En este sentido, se desarrolló una metodología basada en la selección y en la caracterización de sus desafíos energéticos en el corto, mediano y largo plazo, con lo cual se obtuvo como resultado una agenda tecnológica por categoría (conjunto de retos declarados).

¹ Centro de Investigación e Innovación en Energía, CIEN. <http://www.cien.org/>

² Agenda tecnológica: es la declaración de unos retos tecnológicos, articulados con unas posibles estrategias (proyectos de I+D+i), con una estructura y cronología, que llega a un nivel de detalle de identificación de recursos requeridos y tiene como propósito desarrollar soluciones prácticas para el mercado. Agenda tecnológica = Qué + Cómo + Recursos.

³ Programas y líneas de investigación, Desarrollo e Innovación – I+D+i

⁴ Actores: agentes que intervienen directamente sobre el devenir del sector energético en el mundo.

Este artículo presenta, de forma detallada, la metodología desarrollada y abordada para la construcción de la agenda tecnológica de la categoría países, con el objetivo de conocer los desafíos que están asumiendo las naciones más influyentes en el sector energético internacional y la manera como lo han venido haciendo.

Dinámica de trabajo

Para efectos de este ejercicio se conformó un equipo de trabajo multidisciplinario de profesionales (ingeniería civil, eléctrica, electrónica, química, industrial, sanitaria y negocios internacionales) de la Unidad de I+D Energía EPM, con amplia experiencia en la gestión de proyectos y vigilancia estratégica. Este equipo estuvo el frente de todo el proceso de estructuración de la agenda tecnológica del CIEN, con liderazgo compartido en cada una de las fases de la investigación. El resto del equipo de trabajo fue integrado por profesionales con conocimientos del sector, que adelantaban estudios de posgrado en prestigiosas universidades de la ciudad y su apoyo en la ejecución del proyecto fue aprobado como trabajo de grado en su respectiva institución, bajo la dirección y coordinación del equipo principal.

Además de los recursos humanos, se contó con las bases de datos especializadas suscritas por la Biblioteca EPM, recursos avanzados para la búsqueda y el aprovechamiento de información. La investigación fue complementada con información primaria obtenida a través de entrevistas e información secundaria rastreada en internet.

La metodología de trabajo aplicada en todas las fases de la investigación fue la misma. Partiendo de la premisa de no haber encontrado en la literatura un procedimiento que se ajustara a las necesidades previamente planteadas, se elaboraron instrumentos de apoyo: encuestas, formularios, plantillas, etc. Estos instrumentos fueron revisados y validados por expertos internos y externos, en varias reuniones de entera discusión para construir estas herramientas.

Para realizar la lectura del ámbito internacional se aplicó una metodología, basada en la selección de los actores más influyentes por categoría y su caracterización frente al panorama energético global; finalmente, se identificaron brechas de innovación declaradas en distintos escenarios temporales, con las correspondientes alternativas tecnológicas que cada actor se propuso desarrollar.



La selección se realizó mediante la definición de posibles criterios de selección, estableciendo correlaciones entre indicadores de innovación con el sector analizado. Una vez revisados por expertos y validados con fuentes especializadas de información, se conformaron nuevos criterios y se descartaron otros por su inoportunidad. Posteriormente, se escogieron los actores con mejores indicadores en la mayoría de los criterios.

Para la caracterización se elaboró un cuestionario denominado perfil tecnológico, el cual estaba orientado a indagar sobre el panorama energético de cada actor. El equipo de apoyo, liderado y coordinado por los profesionales de EPM, se encargó de dar respuesta a los interrogantes planteados mediante búsquedas especializadas de información estructurada y no estructurada. A través de esta herramienta se logró que los encargados de esta tarea conocieran con mucho detalle las particularidades de cada caso frente al sector, de modo que estuvieran en capacidad de inferir o extraer la información más relevante para la fase siguiente.

La determinación de los retos de innovación se hizo con la ayuda de una plantilla elaborada por el equipo de trabajo, denominada agenda tecnológica por actor. Mediante este instrumento se logró que los responsables de cada perfil, con el conocimiento previamente ganado, resumieran la información más relevante en cuanto a desafíos del sector planteados en varios escenarios temporales y dieran cuenta de las estrategias implementadas para alcanzarlos.

Posteriormente, se construyó una plantilla para contrastar la información recopilada en las agendas tecnológicas por actor, denominada agenda tecnológica por categoría, ejercicio que fue realizado por el equipo principal de trabajo. Esta fue una fase de mucho análisis y en ella se contrastaron todos los retos declarados, realizando inferencias sobre las principales brechas de innovación del sector energético para los mismos periodos antes mencionados, según la categoría analizada.

Finalmente, se repitió el mismo procedimiento para construir la agenda tecnológica global. Con la participación de todos los integrantes del equipo principal, se cruzaron las agendas obtenidas en todas las categorías (empresas, países, centros y agencias). Toda esta información fue cruzada y analizada, obteniendo como resultado un panorama sobre desafíos del sector energético mundial, en distintos escenarios temporales, con las respectivas líneas de investigación desarrollo e innovación asociadas a cada reto, para ofrecer soluciones tecnológicas a la creciente demanda energética mundial en los próximos años.

Entre fase y fase fueron alrededor de 12 meses de trabajo, distribuidos entre la conceptualización y validación de los instrumentos de apoyo (dos meses), selección de actores por categoría (dos meses), caracterización y construcción de agendas tecnológicas por actor, (cinco meses), construcción de agenda tecnológica por categoría (un mes) y la construcción de la agenda tecnológica global (dos meses).

Selección de actores

Si bien se sabía cuáles eran las categorías a analizar, no se tenía claro a quiénes específicamente caracterizar y cuáles eran los actores más influyentes en materia energética, cuyos desarrollos tecnológicos marcan tendencias de mercado a nivel mundial. Con este propósito se diseñó un mecanismo de selección.

En primer lugar se definieron posibles criterios mediante entrevistas y grupos focales con expertos; luego, se refinaron de acuerdo a su rastreabilidad en fuentes de información para ratificar o reevaluar las consideraciones iniciales. Este ejercicio dio lugar a la definición de nuevos criterios que no se habían considerado en un principio y afianzó otros que no contaban con el suficiente respaldo.

Después de varias discusiones, y una vez verificada su rastreabilidad, los criterios establecidos para la categoría Países fueron: inversión en I+D, porcentaje PIB destinado a I+D, inversión en I+D industria energética, generación de energía eléctrica, oferta total de energía primaria, producción científica, competitividad, innovación, incentivos a tecnologías limpias y número de investigadores. Los criterios de selección de actores para cada categoría tuvieron ligeros ajustes según el caso.

El proceso de selección fue descriptivo-participativo, los registros fueron comparados tal como se rastrearon y los integrantes del equipo de trabajo participaron con el análisis documental. La selección se hizo mediante comparación de datos con la misma terminología para facilitar la interpretación de lo recopilado, cruce de tablas y ponderación de criterios, escogiendo los actores mejor puntuados en la mayoría de los criterios, tal como se explica a continuación para la selección de países.

La selección de actores se realizó a través de un análisis matricial. En primera instancia se compararon criterios versus países; cada criterio estaba respaldado por la respectiva fuente de información previamente rastreada, es decir, por informes o reportes publicados por organismos o instituciones con autoridad en el tema, donde se podían visualizar estos indicadores por país. Posteriormente, se ponderaron los registros, asumiendo una convención de puntajes. (Ver tabla 1.)

En primer lugar se revisaron las fuentes de información para cada criterio analizado. Si el indicador de un país se encontraba entre los 5 primeros puestos recibía un valor de dos puntos; si aparecía entre las posiciones 5 a 10 recibía un punto; de ahí en adelante, no recibía un valor puesto que se tomaron como tamaño de la muestra los 10 primeros países. En segundo lugar, se cruzaron y ponderaron los resultados sumando horizontalmente los puntajes alcanzados por los actores en cada criterio. (Ver tabla 2).

Tabla 1.
Convención de puntos asumida

Top	Puntos
Posición 1 - 5	2
Posición 6 - 10	1
Posición 11 - ...	0

Tabla 2.
Análisis estructural matricial

Países vs. Criterios ponderados	Gasto interno bruto en I+D	% PIB destinado a I+D	Inversión estimada en I+D en energías limpias	Producción de energía eléctrica	oferta total de energía primaria	Documentos científicos en el área de energía	Competitividad	Innovación	Incentivos para la producción de energía sostenible	investigadores dedicados a I+D	Total puntos	Posiciones
---------------------------------------	----------------------------	-----------------------	---	---------------------------------	----------------------------------	--	----------------	------------	---	--------------------------------	--------------	------------

Estados Unidos	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	18	1
Japón	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	17	2
Alemania	2	1	2	1	1	2	1	0	2	0	12	3
China	2	0	0	2	2	2	0	0	2	0	10	4
Corea del Sur	2	2	1	1	1	0	0	0	2	0	9	5
Suecia	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2	8	6
Canadá	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	8	7
Finlandia	0	2	0	0	0	0	1	2	0	2	7	8
Rusia	1	0	1	2	2	1	0	0	0	0	7	9
India	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	6	10
Reino Unido	1	0	1	0	0	2	0	1	1	0	6	
Francia	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	6	
Suiza	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4	
Italia	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	4	
Singapur	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	5	
Holanda	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	
Dinamarca	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	
Australia	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	3	
Austria	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Islandia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
Brasil	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
Noruega	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	

Caracterización

Para efectos de este ejercicio y como muestra representativa, se escogieron los primeros cinco países con los mayores puntajes. Estos fueron: Estados Unidos, Japón, Alemania, China y Corea del Sur. En caso de presentarse un empate técnico, sería seleccionado el país que mayor número de veces se posicionara en el top 5 de cada criterio. Dado que era indispensable contar con referentes a nivel regional para cubrir todo el panorama energético global, se realizó el mismo ejercicio para Latinoamérica, Brasil y México se mostraron como los actores más destacados de la región.

Una vez determinados los actores más influyentes para cada categoría, fue necesario diseñar una estrategia para hacer una caracterización de los mismos frente al panorama energético global, con la intención de conocer hacia donde estaban orientados los esfuerzos de I+D+i. En vista de que la información disponible sobre estos era tan diversa, se diseñó un formulario denominado perfil tecnológico, que contenía preguntas estratégicas relacionadas con los tópicos a tratar.

El diseño se realizó con el acompañamiento de expertos y profesionales con amplio conocimiento del entorno energético, tanto académico como empresarial, los cuales fueron encuestados para conocer, de acuerdo con su experiencia, cuáles atributos era conveniente levantar a través del formulario. Después de este ejercicio se concluyó que para la categoría Países era preciso enfocar las preguntas en aspectos relacionados con: política energética, economía, sector académico, mercado energético e industria, tal como se detalla en la tabla 3:

A partir de estos atributos se buscó que los encargados del desarrollo del perfil tecnológico estuvieran en capacidad de hacer una lectura transversal del panorama energético del actor analizado, su institucionalidad, las empresas más representativas, las instituciones relacionadas con actividades de investigación, desarrollo e innovación, así como las tendencias y prospectiva del sector, entre otros aspectos que permitirían determinar hacia dónde se estaban orientando los principales retos de innovación.

Para garantizar la rigurosidad académica de la investigación, se contó con el apoyo de prestigiosas instituciones de educación superior de Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana e Instituto Tecnológico Metropolitano. Estas universidades se vincularon a la investigación mediante la asignación de los perfiles tecnológicos como trabajos de grado para estudiantes de especializaciones y maestrías, relacionados con prospectiva energética, gestión tecnológica y energías alternativas, entre otras.

Cada trabajo fue liderado y coordinado por profesionales de EPM, verificando que en el transcurso de las búsquedas sí se diera respuesta a los interrogantes planteados, de acuerdo con el objetivo propuesto.

Tabla 3.
Atributos de caracterización

Políticas	- Estrategias de desarrollo económico y geopolítico - Planes o políticas energéticas nacionales (PEN) - Planes de expansión del sector energético - Proyectos de I+D - Incentivos a tecnologías limpias
Economía	- Porcentaje del PIB destinado para I+D en energía - Infraestructura - Intensidad energética
Academia	- Publicaciones y patentes - Planes de formación - Capital intelectual
Industria	- Actividad económica - Sector industrial - Indicadores de productividad - Industria orientada al sector energético
Mercado	- Matriz energética - Aprovechamiento de recursos energéticos - Indicadores - Tendencias y prospectiva del sector - Proyectos I+D+i - Cadena de valor

Análisis

El trabajo consistió no solamente en hacer el levantamiento de los atributos antes mencionados mediante búsquedas especializadas, sino también en el análisis de toda la información encontrada. Con el conocimiento previamente ganado, el encargado de cada perfil debía estar en capacidad de determinar los desafíos que cada actor estaba asumiendo frente al panorama energético global.

Este trabajo representó un esfuerzo significativo en el sentido de que no todos los retos estaban declarados de manera expresa. En varios casos se realizaron inferencias de acuerdo con políticas establecidas, disponibilidad de recursos energéticos, inversiones en infraestructura o tendencias y prospectiva del mercado, lo cual implicaba hacer una lectura trasversal de la información para concluir de acuerdo con el alcance de la investigación.

La determinación de los retos de innovación se realizó partiendo de la necesidad de hacer un análisis estructurado y sistemático, que facilitara la comparación de información. Para este ejercicio se diseñó una plantilla denominada agenda tecnológica por actor donde se resumen los principales desafíos del sector. (Ver tabla 4)

Aquí se describieron los retos declarados o inferidos para cada actor, planteados en varios escenarios temporales. A su vez, se desagregaron en retos más específicos para alcanzar ese gran reto, y finalmente se analizaron las tendencias de mercado, los recursos y las estrategias necesarias para alcanzarlos.

Para cada uno de los países seleccionados se elaboraron un perfil y una agenda tecnológica que recopila los principales hallazgos sobre retos de innovación del sector energético de cada actor: agenda tecnológica Estados Unidos, agenda tecnológica Japón [1], agenda tecnológica Alemania [2], agenda tecnológica China [3], agenda tecnológica Corea del Sur [4], agenda tecnológica Brasil [5] y agenda tecnológica México [6].

Agenda tecnológica por categoría

Después de construir las agendas tecnológicas por actor y teniendo en cuenta la gran cantidad de información levantada, fue necesario construir un instrumento de diagnóstico que posibilitara el análisis sistemático de los registros recopilados en cada caso. En este sentido, se diseñó una plantilla denominada agenda tecnológica y a través de este mecanismo se buscaba cruzar y contrastar los hallazgos encontrados, con el propósito de realizar inferencias sobre tendencias en cuanto a desafíos y retos tecnológicos propuestos por cada actor, según su panorama energético. (Ver tabla 5)

Tabla 4.
Plantilla de la agenda tecnológica por actor

Gran reto:			
Reto específico	Oportunidad de mercado	Recursos	Estrategias
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Tabla 5.
Plantilla de la agenda tecnológica

Retos de corto plazo (2010-2015)							
Tema	Subtema	Reto	Componentes Tecnológicos	Estrategia	Mercado	Impactos	Recursos
Eficiencia energética	Industria						
	Residencial y Comercial						
	Transporte						
Combustibles fósiles	Petróleo						
	Gas						
	Carbón						
	Captura de CO ₂						
Energías renovables	Solar térmica						
	Solar fotovoltaica						
	Energía eólica						
	Energías del mar						
	Biomasa						
	Biocombustibles						
	Energía geotérmica						
	Energía hidráulica						
Energía nuclear	Fusión nuclear						
	Fisión nuclear						
	Nuevas tecnologías						
	Ciclo del combustible						
Hidrógeno y celdas de combustible	Producción de H ₂						
	Almacenamiento de H ₂						
	T y distribución de H ₂						
	Usos finales del H ₂						
	Celdas de combustible						
	Aplicaciones móviles y estacionarias						
Cadena de producción de energía eléctrica	Generación						
	Transformación						
	Transmisión						
	Distribución						
	Uso final						
	Redes inteligentes						
Otras tecnologías	Almacenamiento de energía						
	Análisis de sistemas energéticos						

Aquí se plasmaron las principales tendencias y desafíos del sector energético, que surgieron a partir de los retos declarados en los trabajos anteriores. Mediante este ejercicio se determinó hacia dónde se estaban orientando los recursos de I + D, los tópicos más relevantes en materia de energía y los focos clave de investigación, entre otros asuntos de interés. Esta clasificación no solo permitió categorizar los retos por líneas de investigación sino también identificar los distintos escenarios temporales pertinentes para el mercado.

Para priorizar los retos en la categoría Países, se clasificaron los desafíos establecidos por cada actor, según el área de interés dentro de todo el panorama energético

global en el corto, mediano y largo plazo. Después de varias jornadas de análisis y entera discusión por parte del equipo principal de trabajo, se establecieron los posibles escenarios de prospectiva, el periodo en el cual entrarían en madurez tecnológica ciertas tecnologías y las líneas de I+D en cada área.

Finalmente, toda esta información fue cruzada con las agendas construidas para las demás categorías de actores (agencias, centros I+D y empresas), la agenda tecnológica de Colombia y las capacidades locales en materia de I+D de los diferentes grupos de Investigación de la ciudad que integran el CIIEN. De aquí surgieron los focos estratégicos en el corto (2010-2015), mediano (2015-2020) y largo plazo (2020-2030), sobre los cuales este Centro debería concentrar sus esfuerzos y recursos.



Conclusiones

A partir de la metodología desarrollada por EPM, se logró realizar una lectura del entorno energético a nivel mundial, identificando las principales brechas de innovación de cara a las necesidades que demanda el mercado.

Esta metodología permitió ajustar las líneas estratégicas del CIIEN, definiendo unos retos de innovación mucho más ambiciosos, retadores y de gran impacto no solo para el mercado nacional sino también para el internacional.

La gran cantidad de información rastreada, fuentes, instituciones, empresas, agencias, centros de investigación y demás han permitido retroalimentar el sistema de Vigilancia Estratégica de EPM. Los retos declarados por el CIIEN son ajustados paulatinamente a partir de estas fuentes de información para no perder competitividad frente al mercado.

Trabajar con un equipo multidisciplinario permitió superar varios obstáculos que se presentaron en el transcurso de la investigación, tener diferentes perspectivas frente a una problemática, enriquecer la discusión y disminuir la brecha de conocimiento frente a la solución.

Teniendo en cuenta que no se encontró en la literatura un ejercicio similar, esta metodología, con algunos ajustes, puede facilitar el trabajo a otras instituciones, organizaciones o empresas de un sector económico que pretendan adentrarse en un objetivo similar, disminuyendo costos, tiempos de ejecución y recursos.

La selección del personal de apoyo y demás profesionales involucrados en el ejercicio debe tener, además de conocimientos, experiencia suficiente en el sector económico tratado, en tanto que entre fase y fase hay varios ejercicios de análisis de mucha información y hay que tener suficiente criterio para inferir conocimiento a partir de los datos levantados.

Para garantizar un barrido completo de la investigación es indispensable contar con la asesoría de expertos en todas las fases de la investigación para retroalimentar la metodología y los productos generados.

Referencias

- AGUDELO BETANCUR, Carlos Ignacio. Apuestas del sector energético de China a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I): un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, 2010. 50 p.
- CAÑAVERAL TABARES, Billy John. Apuestas del sector energético de Japón a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I): un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, 2010. 138 p.
- GALLEGO ECHEVERRI, Isabel Cristina. Apuestas del sector energético de Corea del Sur a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, 2010. 82 p.
- JARAMILLO PINEDA, Carlos Andrés. Apuestas del sector energético de México a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I): un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano. Facultad de ingeniería, 2010. 150 p.
- LOAIZA QUIROZ, José. Apuestas del sector energético de Alemania a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I): un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, 2010. 133 p.
- PÉREZ PÉREZ, Vanessa Margarita. Apuestas del sector energético de Brasil a través de estrategias derivadas de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+I): un aporte a la construcción de la agenda tecnológica del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN). [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión de Innovación Tecnológica]. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería, 2010. 222 p.

EPM, una empresa de agua

Elizabeth Cristina Calle Úsuga
Profesional Proyectos. Vicepresidencia
Proyectos e Ingeniería. Unidad Técnica
Ambiental y Social
elizabeth.calle@epm.com.co

Winston Cuéllar Márquez
Profesional Ambiental. Vicepresidencia
Proyectos e Ingeniería. Unidad Desarrollo
Ambiental y Social
winston.cuellar@epm.com.co

Palabras clave:

Derechos Humanos, Sostenibilidad, Debida Diligencia, Responsabilidad Social Empresarial, Marco Ruggie, EPM, Desarrollo Sostenible.

Resumen

EPM es una empresa de servicios públicos diversos: generación de energía eléctrica, suministro de agua potable, tratamiento de las aguas residuales y otros, pero estos tres tienen algo en común: el agua. Algunas cifras ilustran la relación de la empresa con los recursos hídricos: 10 embalses ubicados en el Oriente, Norte y Nordeste antioqueño; más del 20% de la energía hidroeléctrica que consume el país, el agua potable del Valle de Aburrá y una extensa red de alcantarillado, a través de la cual se recogen y transportan a las plantas de tratamiento (una existente, San Fernando; otra, en construcción en el municipio de Bello) las aguas residuales de varios millones de usuarios.

Por estas razones, EPM es considerada líder en Gestión Integral del Recurso Hídrico, la cual se hace realidad a partir del conocimiento, la administración y el cuidado de las cuencas y los embalses. Esta gestión implica el vínculo con la academia para realizar investigaciones tendientes a la adecuada administración y sostenimiento de los embalses y las áreas que los rodean, además de promover el trabajo interinstitucional e interdisciplinario que permite gestionar integralmente las cuencas y compartir responsabilidades con los diferentes actores que intervienen en el territorio.



Introducción

Colombia es un país de agua, privilegiado sin duda y, quizás por eso mismo, uno de los que más responsabilidad tiene en la preservación de ese elemento de la naturaleza para las nuevas generaciones. Para EPM ese reto también tiene una importancia especial. El agua es el hilo conductor de esta empresa, hace parte de su lenguaje, de su hacer y de entender el mundo que la rodea (Restrepo, 2011).

Podemos afirmar que nuestra condición de empresa se explica, finalmente, en términos de la capacidad para administrar con eficiencia este recurso natural no renovable.

Más allá del desarrollo de obras de infraestructura, actividad en la que históricamente se ha destacado y seguirá destacándose EPM, la propuesta de hoy es pensar y crear cada vez mejores opciones para cuidarla, para conservarla y reutilizarla. Ese concepto está en la raíz misma de la responsabilidad social empresarial y se expresa en un buen número de programas que la empresa ha venido adelantando en el marco de la prestación de los servicios de agua y energía, desde Habilitación Viviendas, la Contratación Social y las Brigadas Comunitarias para la Mitigación del Riesgo, hasta las actividades de educación al cliente, la protección de los bosques y los recursos hídricos asociados a las centrales de generación de energía, el impulso al modelo de acueductos regionales, la descontaminación del río Medellín, el cuidado de las quebradas y, en general, la calidad certificada que se registra en todos los procesos de aguas de EPM (Restrepo, 2011).

El agua y la eficiencia de su ciclo

La energía solar y el ciclo del agua configuran el diseño exacto y perfecto del ecosistema en el planeta Tierra. La energía calienta las aguas de los océanos y las superficiales presentes en bosques, lagos, ríos, embalses, follajes herbáceos y arbóreos, permitiendo que el agua presente se volatilice hacia el aire como vapor. Corrientes ascendentes de aire llevan el vapor a las capas superiores de la atmósfera, donde las temperaturas frías originan que este se condense y forme las nubes. Las corrientes de aire que circulan por la atmósfera transportan las nubes a sitios muy distantes, donde se precipitan (Planea, 2010).

En condiciones favorables de temperatura y presión, las partículas presentes en las nubes colisionan, crecen y caen en forma de precipitación. En las zonas septentrionales y en las altas cumbres montañosas, parte de ella desciende en forma de nieve o aguanieve y se acumula en capas de hielo en los glaciares, los cuales pueden almacenar agua congelada por millones de años (Planea, 2010).

Por su parte, en las zonas tropicales la mayor parte de las precipitaciones cae en forma de lluvia sobre la tierra y circula sobre la superficie como escorrentía. Otras se infiltran en el suelo y una parte importante de la escorrentía alcanza las quebradas y los ríos, donde la corriente transporta el agua y la devuelve a los océanos. El agua de escorrentía y la subterránea que brota hacia la superficie se puede acumular y almacenar en represas, terrazas y lagos de agua dulce. Pero no toda el agua lluvia fluye hacia los ríos, una gran parte es absorbida por el suelo como infiltración o percolación, fenómenos que vienen disminuyendo aceleradamente a medida que los seres humanos extinguimos el bosque e incrementamos las áreas de ganadería (Planea, 2010).

Parte del agua permanece en las capas superiores del suelo y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea. Esta última también encuentra salida en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce. El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera; parte de ella es utilizada por los seres humanos en los pozos y aljibes. Restos del agua infiltrada alcanza las capas más profundas del suelo y recarga los acuíferos, que almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos, durante los cuales continúa moviéndose y parte de ella retorna a los océanos, donde el ciclo del agua se “cierra” y comienza nuevamente (Planea, 2010).

La gestión integral del recurso hídrico

En la mayoría de los países del mundo hay una creciente falta de agua, lo que configura un panorama global de insuficiencia y escasez que se manifiesta en desmejoras en la calidad de vida y en un freno en la lucha contra la pobreza y los procesos de desarrollo.

Teniendo en cuenta las nuevas necesidades de este líquido para un crecimiento demográfico acelerado, los requerimientos de una sociedad cada vez más dispuesta a exigir calidad de vida y servicios públicos excelentes, además de la presencia de fenómenos naturales como el cambio climático, entre otros, se hace necesario un manejo diferente del agua, lo cual va más allá de lo exclusivamente técnico para dar paso a una visión más compleja e interdisciplinaria, denominada “Gestión Integral del Recurso Hídrico” (GIRH), cuyo objetivo es promover el manejo y desarrollo coordinado del agua en interacción con los demás recursos naturales, maximizando el bienestar social y económico resultante, de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Comité Asesor Técnico – Global Water Partnership, 2000).



Figura 1. Ciclo del agua. (Tomado de USGS).

Esta dinámica involucra a muchos sectores y, por lo tanto, contrasta con el enfoque sectorial tradicional que han adoptado muchos países, al tiempo que se ha ampliado en mayor medida con el fin de incorporar la toma de decisiones participativa en todos los grupos de interés.

La GIRH constituye un cambio de paradigma y se diferencia de los enfoques tradicionales en tres formas:

- Los múltiples propósitos y objetivos son interdisciplinarios.
- El foco relativo al espacio se encuentra en la cuenca del río y no en los cursos de agua.
- Supone una diferenciación de las reducidas fronteras y perspectivas profesionales y políticas, así como la ampliación para incorporar la decisión participativa de todos los grupos de interés.

Este concepto exige considerar el agua en todos sus estados dentro de su ciclo natural y la interdependencia de las aguas superficiales, subterráneas y marinas. Es importante resaltar que se materializa la cuenca hidrográfica como unidad espacial de análisis, donde el agua interactúa con los demás recursos renovables (MAVDT, 2010)

Disponibilidad de los recursos hídricos

En el caso de Colombia, la abundancia de agua con que cuenta el país se debe a su posición en la zona ecuatorial, a la presencia de los grandes espacios acuáticos que la enmarcan, el océano Pacífico y el mar Caribe, y a la cercanía con la cuenca del Amazonas, de la cual forma parte casi la mitad de su territorio. La cordillera de los Andes, que atraviesa de sur a norte el país, articula y genera el dinámico y abundante ciclo hidrológico que nos caracteriza.

Sobre el territorio colombiano cae una precipitación anual de más de 3.000 mm que supera el triple del promedio mundial (que es de 900 mm) y el doble de la que cae sobre los demás países suramericanos. Además, Colombia cuenta con siete nevados y 18 páramos, cuatro grandes ríos y dos océanos (Restrepo, 2011).

Medio ambiente

En la siguiente figura se muestra la distribución de la precipitación por países, donde se puede observar cómo Sur América y Colombia en particular, gozan de una excepcional riqueza hídrica.

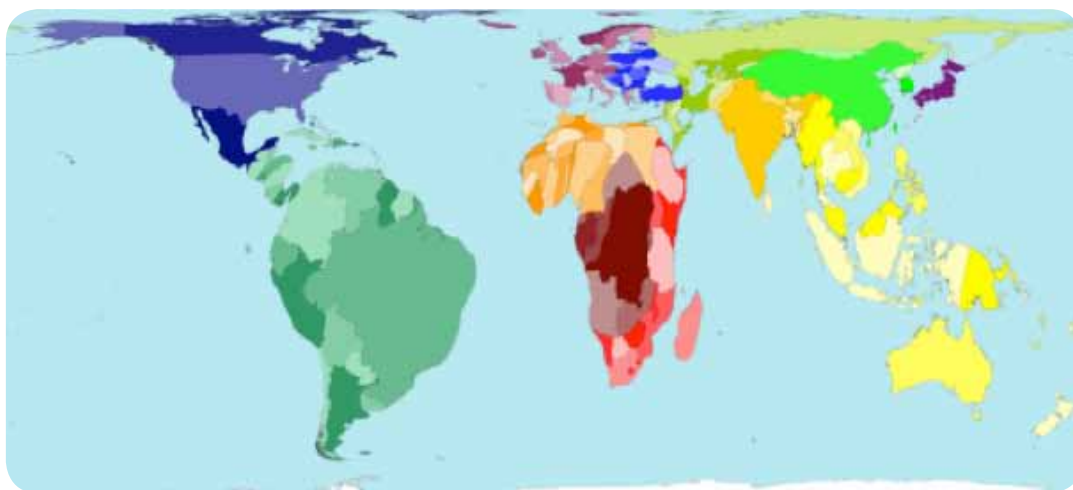
La riqueza hídrica colombiana también se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua lénticos, distribuidos en buena parte de la superficie total, y por la presencia de enormes extensiones de ecosistemas de humedales. Del volumen total de escorrentía anual, 1,81% se almacena superficial y temporalmente de la siguiente manera: 0,47% en pantanos, 1,30% en lagos naturales y 0,04% en los páramos, constituyéndose en la oferta de almacenamiento ambiental que bajo ciertas condiciones racionales es utilizada, bien para otros usos productivos o para el funcionamiento de los sistemas naturales. (MAVDT, 2010).

Según estimaciones del Ideam, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, en Colombia la precipitación media anual es de 3.000 mm con una evapotranspiración real de 1.180 mm y una escorrentía media anual de 1.830 mm. De esta manera, 61% del volumen de precipitación anual se convierte

en escorrentía superficial, generando un caudal medio de 67.000 m³/s, equivalente a un volumen anual de 2.084 km³ que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan al territorio nacional continental. (MAVDT, 2010).

Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor. Este es el caso de la cuenca Magdalena – Cauca, sometida a una alta demanda sobre el recurso porque en ella se asienta alrededor del 76% de la población total del país y su rendimiento de producción hídrica es bajo en comparación con otras cuencas hidrográficas (Ver Tabla 1).

En muy buena medida los problemas principales del agua en Colombia son producto de su utilización insostenible, toda vez que los usuarios domésticos, agrícolas e industriales la devuelven al ambiente después de usarla y sin tratar la contaminación que ellos mismos produjeron. Esta es una forma de transferir los costos aguas abajo, de manera que los usuarios potenciales ubicados después del vertimiento de las aguas residuales deben tratarlas para poder utilizarlas, incurriendo en los costos correspondientes.



*Figura 2. Distribución de la precipitación a nivel mundial.
Fuente: ©Copyright 2006 SASI Group (University of Sheffield) and Mark Newman (University of Michigan)*

Antioquia posee una gran riqueza natural, determinada por la gran oferta hídrica de sus principales cuencas (Atrato, Cauca, Magdalena Medio, Valle del Aburrá) y su variedad climática. Estas características configuran la existencia de diferentes ecosistemas: ríos de montaña y de planicie, humedales y páramos (CTA, 2010).

Las descargas de las aguas residuales se han convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes, considerando como factor determinante el crecimiento poblacional desorganizado de la mayoría de las zonas urbanas y rurales.

Esta situación se refleja en el aumento de las descargas provenientes de los sectores industrial, agropecuario y doméstico, teniendo como consecuencias principales la reducción de su productividad, el aumento en los costos de tratamiento del recurso hídrico y la dificultad en la capacidad de autodepuración de las fuentes de agua, al tiempo que se pone en riesgo la salud de los habitantes (CTA, 2010).

Importancia del agua en EPM

El agua es el recurso natural más relevante para EPM. Es utilizado en la mayor parte de los procesos de generación de energía y en su totalidad para el servicio de agua potable y saneamiento básico. Por todo esto, el agua es monitoreada permanentemente por la empresa para lograr su adecuada gestión.

En la actualidad EPM cuenta con 10 embalses en operación, con un área de espejo de agua alrededor de 11.000 ha en las zonas del Oriente, Norte y Nordeste antioqueño. Estos reservorios de agua son aprovechados para la generación de energía y tres de ellos para el abastecimiento de agua potable en el Valle de Aburrá.

En el caso del suministro de agua potable, EPM la capta de los embalses y fuentes superficiales y la transporta hacia sus plantas de potabilización: Aguas Frías, La Ayurá,

Tabla 1.
Distribución de la población y rendimiento en las cinco grandes regiones
hidrológicas del territorio nacional continental (Ideam, 2004).

Cuenca	Población total (%)	Rendimiento (l/s/km²)
Magdalena – Cauca	76	33
Caribe	11	10
Pacífico	6	98
Orinoco	5	46
Amazonas	2	54

Barbosa, Caldas, La Cascada, La Montaña, Manantiales, San Antonio de Prado, San Cristóbal y Villa Hermosa. La trata, almacena y distribuye por la ciudad a todos los usuarios del servicio, los cuales ascendieron en diciembre de 2012 a 994.297 (EPM, 2012).

Posteriormente, el agua residual generada en las viviendas, industrias, comercio e instituciones es colectada y conducida a través de las redes de alcantarillado a la planta de tratamiento de aguas residuales (San Fernando y en un futuro Bello), donde a partir de procesos físicos y biológicos se realiza la remoción de carga contaminante para devolver el agua aprovechada a la fuente receptora en condiciones aptas que no alteren los ecosistemas.

En el caso de la generación de energía hidroeléctrica, EPM ocupa un lugar destacado en el sector eléctrico de Colombia, con una participación del 21,11% de la demanda atendida en el país y una capacidad efectiva neta del sistema de generación energía en 2011 de 3,257.61 MW (megavatios) representados en 27 centrales en operación, 25 hidroeléctricas (85%), 1 térmico y 1 eólico (15%).

Iniciativas de EPM en la gestión del recurso hídrico

Gestión del conocimiento

Vale la pena resaltar el vínculo empresa-academia como estrategia de gestión del conocimiento, a partir del cual se desarrollan diferentes iniciativas como la investigación aplicada en torno a la gestión sostenible del recurso hídrico, la implementación de buenas prácticas ambientales y sociales en gestión ambiental y la transferencia de conocimiento.

En primera instancia se encuentra el estudio de la problemática ambiental de tres embalses de EPM para la gestión integral y adecuada del recurso hídrico, buscando profundizar en el conocimiento de la dinámica de los procesos fisicoquímicos y bióticos propios de los embalses Porce II, Riogrande II y La Fe, con el fin de aportar los elementos necesarios para su adecuada gestión, bajo consideraciones de interdependencia entre cantidad y calidad del recurso hídrico. Este proyecto se desarrollará hasta el 2014 entre la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional sede Medellín y EPM.



Figura 3. Ubicación de los embalses y sus respectivas cuencas para la generación de energía y abastecimiento de agua potable.

Fuente: EPM, 2011



Figura 4. Sistema interconectado de acueducto de EPM. (2012).

En convenio con la ONG Internacional The Nature Conservancy se está realizando un proyecto para el manejo integral de cuencas e identificación de servicios ambientales, el cual busca la estructuración de un mecanismo de inversión para la conservación y restauración de servicios ambientales en las cuencas abastecedoras de los embalses Riogrande II y La Fe e iniciar la consecución de capital semilla para ponerlo en ejecución. Ya se culminó la etapa I de factibilidad del Fondo de Agua y en la actualidad se encuentra en ejecución la Fase II de implementación que incluye la vinculación al mecanismo de socios aportantes y su puesta en marcha.

Y como EPM es consciente de que el cambio climático tiene implicaciones en la dinámica hidrológica a nivel local y global, conjuntamente con la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, realiza el proyecto de investigación de cuantificación de gases efecto invernadero generado en embalses tropicales, analizando como caso de estudio el embalse Riogrande II.

Igualmente, en la búsqueda de nuevas fuentes complementarias o sustitutas para el aprovechamiento de agua, con la Universidad de Antioquia la empresa está adelantando un estudio especializado en torno a la evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para el abastecimiento de los sistemas de acueducto atendidos por fuentes menores para el Valle de Aburrá.

A través de la investigación aplicada, el conocimiento se constituye en otra herramienta importante para la empresa, toda vez que permite una visión de gestión integral del recurso hídrico basada en un conocimiento detallado de los procesos físicos, químicos y bióticos del agua y del estado ambiental de las cuencas y embalses. Estas acciones facilitan un trabajo interdisciplinario e interinstitucional con las autoridades ambientales, las administraciones municipales, las ONG, las comunidades y el sector productivo, con el propósito de garantizar la sostenibilidad de nuestros recursos en el tiempo.

Gestión de las cuencas hidrográficas y sus embalses

Si se tiene en cuenta que la cuenca debe ser la unidad de gestión y que cada una tiene dinámicas diferentes -desde la intervención antrópica con los diferentes usos del suelo hasta la cultura ambiental de cada región-, se hace necesario un trabajo interinstitucional e interdisciplinario que permita abordar la gestión integral de las cuencas y compartir las responsabilidades con la sociedad civil, las empresas públicas y privadas, las autoridades ambientales y municipales y en general los diferentes actores que intervienen en el territorio.



En términos de la gestión en las cuencas hidrográficas que abastecen los embalses de EPM, EPM lidera acciones como:

- Se cuenta con 25.000 hectáreas de bosques naturales, 7.000 hectáreas de plantaciones forestales y 11.000 hectáreas de embalses.
- Cada año se producen alrededor de 1.3 millones de árboles que se comparten con las comunidades en las zonas de las cuencas. Son árboles para plantaciones, huertos leñeros y recuperación de áreas degradadas.
- Gestión interinstitucional con autoridades ambientales y municipios para la protección del recurso, a través de convenios de cooperación en temas como control de erosión, saneamiento, educación ambiental, protección de cuencas y áreas estratégicas de regulación hídrica.
- Gestión hidrometeorológica con la operación de alrededor de 200 estaciones que conforman la red para la medición de caudales, precipitación y clima.
- Durante el 2011 se realizaron transferencias de Ley por más de \$48.800 millones a los municipios y las corporaciones autónomas regionales (CAR) para el saneamiento básico y mejoramiento ambiental.
- Protección y conservación de los predios y embalses (control de incendios, invasiones y manejo de residuos flotantes).
- Monitoreo y seguimiento de diferentes variables físicas, químicas y bióticas en las aguas de los embalses para el cumplimiento legal y mejoramiento de los procesos en el manejo de impactos ambientales.

Bibliografía

- CALLE USUGA, Elizabeth C. Disponibilidad de agua subterránea en el Valle de Aburrá. En: Revista EPM. Julio-diciembre, no.7, 2012, p.52-59.
- CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ANTIOQUIA, Actualización del estado del arte del recurso hídrico en el departamento de Antioquia, 2007-2009. Medellín, CTA, (2010). Convenio interinstitucional Cátedra del Agua.
- CUÉLLAR MARQUEZ, Winston. Gestión integral de embalses en EPM. En: Revista EPM. N.º 1, Julio-diciembre, 2009, p. 8-17.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Informe de gestión de la Dirección Aguas. Medellín: EPM, 2012.
- GUHL NANNETTI, Ernesto. El buen gobierno del agua: vivir con el agua y no contra ella. Bogotá: Instituto Quinaxi, 2010.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Metodología para el cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial (Documento técnico). Bogotá: IDEAM, 2004.
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico. Bogotá, El Ministerio, 2010.
- PLANEA. PLAN ESTRATÉGICO DE ANTIOQUIA. Cartilla del agua: visión y manejo integral del agua. Medellín, Grupo de Pensamiento en Agua, 2010.
- RESTREPO POSADA, Federico. EPM y los desafíos del agua. Medellín, EPM, 2011.

Información sobre la Revista EPM:

Luz Beatriz Rodas Guerrero
Dirección Gestión Aprendizaje
Teléfonos: 3806341 - 3806523
E-mail: luz.rodas@epm.com.co



Revista impresa en papel reciclado en Colombia, mediante el aprovechamiento de materias primas obtenidas a partir de material posconsumo.

estamos ahí comprometidos con el cuidado del medio ambiente.

