



B I O E C O N O M I A

Estudios Gerenciales

ISSN: 0123-5923

estgerencial@icesi.edu.co

Universidad ICESI

Colombia

LÓPEZ, ANDRÉS; DAVIDIA RESTREPO, NEIRA; DE LA CRUZ, WILSON YHOVANNI; ORREGO
ORTIZ, SIGIFREDO

Llegó la escasez y mandó a parar

Estudios Gerenciales, vol. 27, núm. 119, abril-junio, 2011, pp. 235-254

Universidad ICESI

Cali, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21220043011>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LLEGÓ LA ESCASEZ Y MANDÓ A PARAR¹

ANDRÉS LÓPEZ*

Profesor de tiempo completo, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Icesi, Colombia.
alopez@icesi.edu.co

NEIRA DAVIDIA RESTREPO

Estudiante de Postgrado Gerencia de Medio Ambiente –Promoción 12, Universidad Icesi, Colombia.

WILSON YHOVANNI DE LA CRUZ

Estudiante de Postgrado Gerencia de Medio Ambiente –Promoción 12, Universidad Icesi, Colombia.

SIGIFREDO ORREGO ORTIZ

Estudiante de Postgrado Gerencia de Medio Ambiente –Promoción 12, Universidad Icesi, Colombia.

Fecha de recepción: 25-03-2010

Fecha de corrección: 01-04-2011

Fecha de aceptación: 04-04-2011

RESUMEN

El objetivo principal del caso es presentar cómo una empresa puede responder frente a un requerimiento de autoridad ambiental regional, con un planteamiento estratégico basado en la ecoeficiencia y la ecología industrial, con el fin de proyectar en la empresa un desarrollo sostenible. Resalta cómo el recurso hídrico, siendo el principal elemento táctico de las operaciones de la mayoría de las empresas, es ignorado, sin posibilidades de agotamiento y llama la atención a la alta gerencia, siendo necesario un cambio conceptual, ya que muchas de las jefaturas ambientales no reciben el apoyo necesario para la implementación de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Sistema de gestión ambiental, estrategia ambiental, recurso hídrico, sistema legal ambiental, tratamiento de aguas residuales.

Clasificación JEL: Q25, Q53, Q57

1 Este caso de estudio se basa en los resultados del trabajo de posgrado preparado por los estudiantes (autores 2, 3 y 4) para obtener el título de Especialistas en Gerencia del Medio Ambiente, en la Universidad Icesi. Es propiedad de la Universidad Icesi.

* Autor para correspondencia. Dirigir correspondencia a: Universidad Icesi, Calle 18 No. 122-135, Pance, Cali, Colombia.

ABSTRACT

Scarcity arrive and had us stop

The primary objective of this case study is to discuss how a company can address environmental concerns raised by regional environmental regulatory authorities using a strategic plan based on ecoefficiency and industrial ecology for the purpose of ensuring the future sustainable development of the company. It places emphasis on the fact that, despite being the most important tactical asset in the operations of most companies, water resources are ignored and seen as inexhaustible. It is intended as a wake-up call for top management officials to realize that there is a need for a conceptual change because environmental department managers in many companies do not receive the necessary support for implementing new environmentally friendly technologies.

KEYWORDS

Environmental management system, environmental strategy, water resource, legal environmental system, and wastewater treatment.

RESUMO

Caso: chegou a escassez e nos mandou parar

O objetivo principal do caso é demonstrar como uma empresa pode dar resposta perante um requisito ambiental apresentado pela autoridade ambiental regional com uma abordagem estratégica baseada na eficiência econômica e na ecologia industrial, a fim de projetar na empresa um desenvolvimento sustentável. Se destaca a forma como os recursos hídricos, que são o principal elemento tático das operações da maioria das empresas, são ignorados, sem possibilidades de esgotamento; chama a atenção para a diretoria executiva, sendo necessário uma mudança conceitual; uma vez que muitas autoridades ambientais não recebem o apoio necessário para a implementação de novas tecnologias favoráveis ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE

Sistema de gestão ambiental, estratégia ambiental, recurso hídrico, sistema legal ambiental e tratamento de águas residuais.

INTRODUCCIÓN

El caso presenta el recurso natural agua, como el principal recurso y materia prima de una empresa, la cual es obtenida de un río que cruza una zona industrial, cuya cuenca está afectada por contaminación variable y uso inadecuado del recurso.

Las empresas deben considerar planes estratégicos frente a los recursos hídricos, abordando la ecoeficiencia y la producción limpia como principales fuentes de interpretación y conocimiento para el desarrollo e implementación de proyectos que permitan la construcción de una visión y práctica sostenible.

El caso aborda una situación circunstancial, donde una nueva exigencia legal ambiental es presentada por la autoridad de turno, lo que desemboca al interior de la empresa en una discusión a nivel de alta gerencia; allí se plantean una serie de escenarios posibles para ser implementados. Son interesantes los roles que se presentan y se caracterizan en la empresa y cómo la gerencia general es distante al tema, mientras la jefatura ambiental tiene un enfoque claro y concreto que requiere ser comprendido y apoyado, de lo contrario, será difícil que cambien la visión a corto plazo en la que se encuentran y consideren el recurso hídrico como un capital natural necesario e imprescindible para tener competitividad en el sector donde operan.

El caso presenta inicialmente a la empresa, posteriormente la exigencia legal de la autoridad ambiental y procederá a la discusión interna de opciones, a través de una reunión citada por el gerente general a su comité directivo, donde no se encuentra la jefatura ambiental. La discusión se profundiza, el responsable ambiental

es citado a la misma, quien desarrolla escenarios posibles que la empresa puede implementar, llevándola de una visión de corto plazo, interesada en cumplir solamente la legislación ambiental, hacia una visión a largo plazo comprometida con la sostenibilidad del negocio.

Durante el transcurso y narración del caso es evidente la displicencia mostrada por la Gerencia General frente al tema y de manera personal hacia el Jefe Ambiental, dejando implícita una reflexión e invitación para que la alta gerencia se aproxime al conocimiento y responsabilidad que tiene frente a los recursos naturales, como también hacia la sostenibilidad empresarial; lo que implica modificar la actitud de incredulidad hacia quienes lideran los temas ambientales al interior de las organizaciones, considerándolos en la mayoría de ocasiones: “verdes sin causa”.

I. CASO

Químicol S.A. es una compañía química manufacturera de productos básicos para la industria papelera, acueductos, fabricantes de productos domésticos, bebidas, etc. Está ubicada en la zona industrial de Palmira, en el departamento del Valle del Cauca (Colombia). Además de contar con un buen mercado nacional, exporta hacia Centroamérica y Ecuador. Tiene veinte años en el mercado y revela una posición sólida de negocio en el sector de la industria química.

El gerente general, Carlos Piedrahita, con amplia trayectoria y experiencia en empresas similares, y con diez años al frente de Quimicols, ha convocado de urgencia al comité gerencial, con el fin de revisar la visión

que se ha diseñado sobre el recurso hídrico dentro de la empresa. Entra preocupado al salón gerencial y en un tono seco, da el saludo de buenos días:

- Carlos: Vengo de la presentación del plan de la AAR (Autoridad Ambiental Regional), para la recuperación de la cuenca del río Cauca, creo que vendrán exigencias legales y debemos estar preparados para esto. Miren el título del documento de doce hojas que entregaron: Resolución No. DG. 0686 de 2006 (CVC, 2006): "Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca"

Ricardo, el gerente de planta, inquieto por más detalles, solicita mayor información sobre el plan.

- Ricardo: Pero, ¿cuál es el alcance de dicho plan?
- Carlos: En el paso del río Cauca por el corredor industrial de Palmira y sus tributarios, entre otros; el río Guachal y el río Frayle requieren disminuir sus aportes de carga orgánica para mejorar la calidad de agua del río Cauca, creo que en la actualidad hay un valor de oxígeno no conforme, según lo que me explicaron, pero la verdad no entendí.

- Ricardo: ¿Pero si nosotros aportamos baja carga en DBO, DQO y SST?¹

La gerente administrativa, Claudia Salazar, quien tiene una antigüedad de ocho años en la compañía y tradicionalmente se ha encargado de los temas jurídicos y administrativos, un poco confusa dada la disertación técnica, pide aclaración de los términos.

- Clara: Ricardo, ¿me puedes explicar esos tecnicismos? Sabes que como abogada me pierdo en estas cosas.
- Ricardo: Clara, estos son expresiones del nivel de contaminación de nuestras aguas vertidas. Cuanto más altos los valores, la turbiedad y el oxígeno disponible para la vida se alteran y afectan el uso del agua. Nuestros valores típicos no superan cargas mayores a 80 kg/d, en relación con otras compañías de la región (ver Anexo 1).
- Carlos: Clara, para hacerle honor a tu nombre y te quede más claro; esto es como la medida del mugre en el agua, del que se ve y del que no se ve. Por otro lado Ricardo, es cierto lo que comentas, pero no sólo eso le preocupa a la AAR, también requieren que las industrias del sector presenten planes

¹ La demanda biológica de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO₅), y se expresa en miligramos de oxígeno por litro (mgO₂/l).

La demanda química de oxígeno (DQO), es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l). Los sólidos suspendidos totales (SST), o el residuo no filtrable de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103-105°C hasta peso constante.

obligatorios de reducción de consumo de agua. Se dice que dentro de unos veinte años, la escasez de agua será alta y se requerirán otras fuentes de suministro.

- Clara: ¿Carlos, eso puede implicar licencias, permisos u otros trámites legales?
- Carlos: Por ahora sólo se planteó el plan pero la AAR dejó entrever que en pocos años, el nivel de exigencia legal será mayor. Pero cuéntanos Ricardo: ¿Qué podemos hacer en el campo técnico?

Ricardo pensativo, busca un poco de ayuda en su equipo técnico, sugiere:

- Llameemos a Alfredo para que nos cuente un poco cómo podemos abordar el tema.

Alfredo es el Jefe Ambiental de la organización y depende de la Gerencia de Planta.

- Carlos, con un tono imponente le dice: -¡Llámalos!

Mientras el gerente de planta ubica a Alfredo, Clara sigue indagando a su gerente general.

- Clara: ¿Pero debemos estar listos, con una oficina de abogados para cuando salgan las leyes y procedemos con los permisos y licencias, normalmente son protocolos demorados pero los podemos lograr con nuestro buen historial ante la AAR?
- Carlos: Pero la idea es evitarnos tanto papeleo. Pienso que a nivel técnico se pueden hacer muchas cosas para evitarnos eso.
- Ricardo: ¡Listo!, ya viene Alfredo para acá, le he explicado la si-

tuación; dice que ya tenía algo de conocimiento sobre el tema, ya que lo había manejado en una de las reuniones del Comité Ambiental de Industriales de la Región.

- Claudio: ¡Ahh, verdad, el que le aprobamos hace como dos años un plan de gestión ambiental; recuerdo que lo hicimos, cuando Alfredo cometió el error de haber hablado más de la cuenta en uno de los noticieros locales!
- Ricardo: Sí, ni me lo recuerdes, los medios son exagerados, cualquier contaminación, por mínima que sea, la presentan de manera desproporcionada. Alfredo dice que se demora un poco mientras nos trae la presentación en una USB.

Y sin dejar tiempo de descanso...

- Carlos: ¿Cómo están nuestros permisos y qué exigen sobre este tema?
- Ricardo: Están al día y se enfocan básicamente sobre la eficiencia de remoción de los parámetros de DBO y SST en nuestras plantas de control, la doméstica y la industrial. Así, de un promedio de carga de 80kg/d neto, nosotros antes de las plantas de procesamiento, debemos tener aproximadamente 400kg/d. Tal como nos exige nuestro permiso legal ambiental, el último informe enviado hace dos meses, registra valores aceptables de eficiencia. La idea es que presentemos dos informes por año, uno cada semestre.

Disculpa Clara, pero debo volver a los tecnicismos: teuento que la eficiencia de las plantas se traduce como el colador de café clásico,

donde entraba el café con los sólidos no disueltos, lo pasabas y salía el café listo en varias pasadas. La eficiencia es alta en la medida que no salga tanto café sólido en el mismo. Así son nuestros sistemas de tratamiento. ¿Te ayuda un poco la explicación?

- Clara: Gracias Ricardo, eres muy querido. —Lo dijo con un rubor de pena en su rostro.
- Carlos: ¿Y eso tiene un costo alto?
- Ricardo: Se requiere del costo de un laboratorio externo, que es quien nos elabora el informe, además de pagar las facturas por los valores de DBO, DQO y SST descargados. Estos son empresas dedicadas a estudiar la calidad de las aguas y prestan el servicio con previa aprobación de la AAR (ver Anexo 2).

De nuevo Ricardo miró a Clara como confirmando si todo lo estaba entendiendo, ella hizo una leve sonrisa, afirmando ruborizada.

- Carlos: ¿Y eso vale mucho?
- Ricardo: ¡No!, la verdad es que el costo es insignificante, esos son los costos de tasa retributiva;³ es el costo por verter el agua al río, es decir, el costo por contaminar.
- Carlos: Pero... ¿el agua no la cobran?

- Ricardo: ¡Sí!, hay facturas semestrales pero con un valor también bajo para la empresa. El costo de captación y disposición final sin los costos de tratamiento no es significativo. Donde realmente está el costo es en los químicos que invertimos para neutralizar nuestros efluentes; allí sí hay un buen dinero.

Y tocando de una forma pausada la puerta hizo su arribo al salón, Alfredo, el Jefe Ambiental.

- Alfredo: ¡Buenas tardes!
- Carlos: No veo por qué tengan que ser buenas.
- Ricardo: Alfredo, ¿la presentación?
- Alfredo: Sí, aquí la traigo, pero antes quisiera contarles algo.
- Carlos: Pero que sea rápido, no tenemos tiempo y debemos ir al grano. Ahora sí le tocó Alfredo ganarse el sueldo...
- Clara: Dejémoslo hablar, ¿no cree?
- Carlos: A ver, que empiece...
- Alfredo: Como ustedes saben la ley...
- Carlos: ¡Alfredo si es tan amable, no nos empiece a hablar de leyes que no hemos cumplido y todo ese cuento legal que Clara sabe mejor que usted!

³ La tasa retributiva es un instrumento económico reglamentado en el año 1997 a través del Decreto 901 de 1997 y actualmente por los decretos 3100 de 2003 y 3440 de 2004, que permite realizar el “cobro por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales”. La tasa retributiva se cobra por carga contaminante de Sólidos Suspensos Totales (Kg.SST/mes) y de Demanda Bioquímica de Oxígeno (Kg.DBO₅/mes), la cual se calcula mediante la caracterización de los vertimientos puntuales y la medición de su caudal para realizar el cálculo respectivo. Adicionalmente, existen reportes a nivel nacional que dan conocimiento de valores “presuntivos” de carga contaminante para diferentes sectores productivos con base en estudios realizados en todo el país, a partir de los cuales se puede realizar el cálculo del total de carga dependiendo de las características de la actividad productiva.(Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=576&catID=330>).

Alfredo aspira y se dice para sus adentros: calma...serenidad y paciencia...muchas paciencias...

- Alfredo: La ley 99 del 89 estableció la estructura del Sistema Nacional Ambiental. Este sistema comprende de una estructura reguladora a nivel nacional, el Ministerio de Medio Ambiente, y las unidades descentralizadas a nivel regional: las AAR.
- Clara: Las autoridades son autónomas, de ahí el nombre, pero es el Ministerio quien dicta las normas y estándares, por así decirlo, las primeras deben hacer cumplir la ley ambiental.
- Alfredo: Pero hay algo importante aquí: nuestra Constitución, la ley de leyes, establece que el disfrutar de un ambiente sano es un derecho colectivo; a partir de ahí surgió el establecimiento del Sima (Sistema de Información de Medio Ambiente) y toda la estructura legal-ambiental que posteriormente estamos obligados a cumplir.
- Carlos: ¿Obligados? de qué estamos hablando...
- Alfredo: Buena pregunta, no deberíamos estar obligados, ya que...
- Carlos: Pues para mí las únicas obligaciones que tengo, son las que me permiten producir y ganar plata. Plata con la que se pagan sus sueldos señores, no olviden eso...
- Ricardo: Hasta el momento hemos cumplido con lo que nos han obligado a cumplir.
- Clara: Y todo esto, ¿que tiene que ver con el pago de la tasa retributiva y los informes de laboratorio?

- Alfredo: Pues lo que están diciendo, tomar como obligación algo que debería ser parte de nuestro compromiso con los clientes, nuestras familias y nuestros vecinos.

Así como producimos con calidad, pagamos cumplidamente nuestros impuestos y damos aguinaldos para los niños pobres, pues... démosles un ambiente sano también.

- Carlos: Alfredo, Alfredo, Alfredo... muy bonito; al parecer usted no ha entendido para qué estamos aquí, solamente estamos para discutir cómo vamos a cumplir con las futuras imposiciones de la AAR y no estar pendientes de dar plata a Greenpeace o a los zoológicos, sembrar árboles o regar las matas y todos esos gestos bonitos que lo único que hacen es gastar plata nuestra...

- Ricardo: Alfredo, por favor la presentación...

- Alfredo: Sí señor, continúo...

Alfredo enciende el video beam y piensa que se está jugando su futuro, pero no en Químicol, porque siente que puede continuar haciendo lo que le toca, sin complicarse la vida; piensa que sus convicciones están puestas en duda y que vale la pena hacerlas valer.

También ha aprendido que los problemas es mejor resolverlos uno a la vez y que éstos cuentan con múltiples derivaciones, tanto en sus causas como en sus consecuencias; por lo tanto, el análisis más simple de una situación involucra por lo menos dos actores. Igualmente sabe que la simpleza es engañosa, toda vez que el tercer componente, el tiempo, juega

en contra de todo lo relacionado con la gestión ambiental.

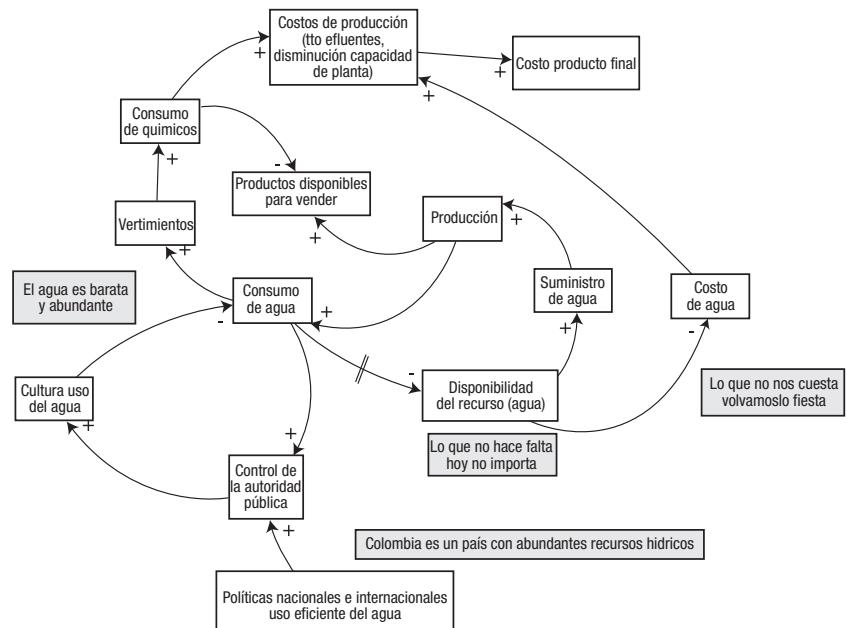
Mientras el equipo iniciaba su proyección, Ricardo, para darse un poco de importancia, habló sobre los tributarios al río Cauca; también les explicó cómo este río está muerto. La AAR, por presiones de las auditorías del Ministerio del Medio Ambiente, se vio obligada a actuar de una vez por todas, como siempre tarde; ahora están en una situación en la cual el aprovechamiento de las aguas del río Cauca y sus tributarios, tiene que ser compensado con dinero proveniente de quienes en sus actividades económicas, toman agua del río. No es tan simple como parece, la complejidad económica, política y social es evidente.

- Carlos: Ojalá Alfredo tenga cifras... y gráficos... en su presentación; como lo veo sólo leyendo y saliendo temprano de la oficina para ir a estudiar... supongo que sabe mucho...
- Clara: Carlos, por favor...
- Ricardo: Dejen que haga la presentación...
- Alfredo: Tal vez conozcan la muy manida frase que es mejor ver el bosque completo que la primera hilera de árboles. Pues bien, me he permitido analizar el bosque y realizar un análisis sistémico sobre el uso de nuestro recurso hídrico y considerar qué escenarios nos depara el futuro para nuestra empresa.
- Carlos: Yo veo claro que el agua... ¡si hay que pagarla pues la pagamos!, si necesitamos reducir nuestra carga contaminante...

¡pues la reducimos! y así seguiremos, no veo el inconveniente y no me complicaré la vida. Miraré su presentación, pero créame que no la tendré en cuenta...

- Ricardo: Además, el problema no es exclusivamente nuestro, todas las empresas de por acá están en el mismo conflicto.
 - Clara: Adicional, ninguna autoridad ni civil, ni ambiental nos ha hecho ningún proceso sancionatorio.
 - Alfredo: Sí, tienen razón, pero les voy a hablar del futuro.
 - Carlos: ¿Tiene una bola de cristal o sabe leer las cartas?...ahora no me vaya a salir que está haciendo estudios del tarot...o que las profecías de los Maya le dieron la respuesta...
- Este último comentario provocó sonrisas en los asistentes, incluso en Alfredo; pero en esos momentos, sus pensamientos estaban concentrados en ser lo más coherente posible, con los modelos que empezó a describir:
- Alfredo: Como pueden observar, esta primera diapositiva de la presentación tiene el título: LLEGÓ LA ESCASEZ Y MANDÓ A PARAR. (Ver Gráfico 1)
 - Ricardo: La escasez llegará en veinte años, no ahora...
 - Alfredo: Puede ser más temprano que eso.
 - Clara: En veinte años ya estaré jubilada...
 - Carlos: Siga Alfredo... el gráfico es bien enredado, quiero ver cómo sale de esta...

Gráfico 1. Llegó la escasez y mandó a parar



Fuente: Elaboración propia.

Tomando un nuevo aire, Alfredo continuó:

- Alfredo: La problemática ambiental que presenta la empresa Químicol S.A. se basa en los altos consumos de agua de aproximadamente 670 m³/d, que representan COP\$20.000/ mensuales, pero cuyos costos de tratamiento antes de verterlos al río Frayle equivalen aproximadamente a COP\$41.000.000/ mes (ver Anexo 3).
 - Carlos: ¿Esas cifras a qué corte son?
 - Alfredo: Al último trimestre.
 - Carlos: ¿Por qué nunca me he enterado de estas cifras con an-

terioridad y solamente cuando se presentan estos problemas es que me dicen cómo son las cosas?

- Alfredo: Porque, con el debido respeto, en las reuniones gerenciales no se tiene una agenda ambiental para tratar estos temas.
 - Carlos: ¡Ahh!, ¿entonces el de la culpa soy yo?
 - Ricardo: Sigamos, por favor...
 - Alfredo: (toma la diapositiva 1 e inicia un recorrido conceptual, siguiendo las líneas que van uniendo cada cuadrante). En Químicol S.A. se presenta la siguiente situación: a mayor consumo de agua, mayores vertimientos, por lo tanto se incrementa el consumo

de químicos para lograr tratarlos; los químicos son productos de la misma compañía, por lo cual la cantidad de producto final disponible para la venta disminuye.

- Carlos: Eso sí es plata...
- Alfredo: Sí, sería interesante hacer un análisis de costo de oportunidad...

Alfredo pensó con cierta ironía, que si quería llegar al corazón de Carlos, debería anteponer primero la plata y luego los arbolitos; esto lo podría hacer poco a poco a medida que avanzara la presentación, estaba convencido de ello.

- Alfredo: A su vez, el incremento del consumo de químicos aumenta los costos de producción y por lo tanto el costo final del producto crece, ya que la compañía internaliza los costos.

Al agotarse el recurso de agua subterránea, debido al consumo continuo durante un espacio de tiempo prolongado; genera crisis dentro de la empresa, puesto que se deberá buscar otra fuente alternativa que garantice el suministro continuo de agua.

Por tanto, no es posible sostener la subsistencia de la empresa durante un período prolongado, puesto que la fuente alternativa más cercana se encuentra a diez kilómetros del río Cauca.

Entonces, a menor disponibilidad del recurso agua, menor suministro de agua y por ende se reduce la producción, que trae como consecuencias la disminución del producto disponible para la venta y la reducción del consumo de agua.

- Carlos: ¡ >10 km?! ¡Dios mío! Eso no lo podemos permitir, ¡primero cerramos!
- Ricardo: Alfredo, ¿no estás exagerando?

- Clara: A este ritmo...no me voy a jubilar...

Alfredo prosiguió:

- Alfredo: De forma similar, al disminuir la disponibilidad del recurso agua se aumentan los costos del agua, incrementándose los costos de producción y por ende, los costos del producto final.

- Carlos –Interrumpe–: Ricardo, para mañana quiero el análisis de costo de oportunidad basado en el consumo de químicos para tratamiento adicional y la relación de costos que deberíamos asumir si queremos llegar hasta el río Cauca.

Ricardo no pudo más que pensar en Alfredo...

- Alfredo: A mayor consumo de agua habrá mayor control de la autoridad ambiental, quienes implementarán campañas educativas sobre la cultura en el uso del agua para así disminuir su consumo.

- Carlos –Interrumpe–: Clara, quiero que usted o un asistente, que podríamos conseguir, se encargue específicamente de averiguar con la autoridad ambiental, sobre los pasos que debemos seguir para lograr cumplir con las regulaciones referentes al uso del agua, control en la fuente y las obligaciones, disposiciones o normatividad actual. Uhmm... más bien este asistente estará a cargo de Alfredo.

- Alfredo: A medida que las políticas internacionales y nacionales sean cada vez más estrictas y restrictivas respecto al uso del agua, entonces la autoridad ambiental pública deberá ejercer mayor control sobre el recurso agua, para lo cual comenzará a promover y educar a la población en una nueva cultura de uso racional y eficiente del agua para reducir su consumo.

En este punto, Alfredo hizo una pausa y trató en un corto resumen de colocar los hechos básicos que sirvieran como criterios de decisión y que los mismos fueran medibles para seguir su control.

- Carlos: Si estos son los hechos, ¿entonces qué hacemos aquí?... pongámonos a trabajar de una vez. Ricardo necesi...
- Alfredo: Hay más...
- Ricardo: ¿Más de qué?
- Clara: Ya que me quedé sin asistente; por lo menos Alfredo, díganos ¿qué hacer?; hasta ahora no ha hablado de soluciones, sólo nos ha presentado una maratón de problemas.
- Carlos: Sí, ya no quiero más culebrones, quiero las soluciones.
- Ricardo: Alfredo, ahora que puede contar con alguien que le ayude, ¿por qué no se dedica a darnos las soluciones?

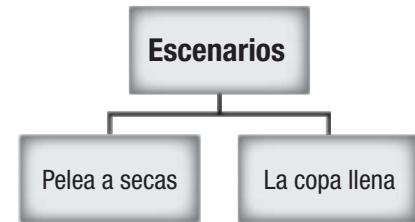
Alfredo prosiguió:

- Alfredo: Hay dos escenarios en los cuales podemos caer y sobre los cuales podemos empezar a plantear en concreto las soluciones.
- Carlos: A ver, cuéntenos, por lo que veo la plática de sus estudios

avanzados sobre medio ambiente está perdida...da muchas vueltas y explicaciones...

- Clara: Yo también quiero estudiar una maestría de esas, donde se puede aprender a enredar las cosas....
- Carlos: Si no entendemos esta locura de explicación y cuadrito, no vamos a tener nada para nadie...
- Ricardo: Calma por favor. Alfredo, continúe...
- Alfredo: ¡La siguiente diapositiva proyecta los escenarios futuros si no nos ponemos las pilas! (ver Gráfico 2), comenzaré explicándoles el primer escenario: *pelea a secas*.

Gráfico 2. Escenarios propuestos



Alfredo empezó su narración, en esta oportunidad, un gesto sombrío cubrió su rostro, aclaró cómo los siguientes escenarios ocurrirían si no se trabajaba al respecto y se consideraba el recurso hídrico, como un recurso estratégico para la organización.

- Alfredo: En este primer escenario, pelea a secas, nunca nos imaginamos que el agua del pozo profundo que disponía la empresa para extraerla, pudiera agotarse de forma tan dramática que nos haya obligado irremediablemente a hacer un proyecto tan costoso: traer el agua desde el río Cauca,

a 10 kilómetros de distancia, con todas las implicaciones que esto trae.

Primero, una infraestructura de bombeo que incrementa los costos eléctricos, operativos y de mantenimiento; la implementación de una planta de tratamiento para agua superficial, diferente al empleado cuando existía agua de pozo; con unos costos inherentes elevados de tratamiento, esto debido a que, en la actualidad, el agua está más contaminada que hace veinte años; además, la obtención de los permisos necesarios para atravesar los terrenos aledaños con la tubería de aducción, que son ahora mucho más críticos, puesto que la población ha crecido y se crearon grandes condominios, zonas recreativas y hasta un colegio, que confluyeron en conflictos ambientales entre la empresa y la sociedad civil.

Tomando un poco de aire, continuó:

- Alfredo: Conflicto que, después de largos períodos de concertación y agotamiento conciliatorio, fue resuelto asumiendo altos costos de compensación económica a la comunidad afectada.

Sin embargo, esto no es todo, las políticas y la normatividad ambiental actual son mucho más exigentes y obtener este tipo de permisos no sólo implica desgaste administrativo y económico, sino también la creación de programas de uso eficiente de agua, mucho más costosos que en la actualidad y la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales con tecnologías avanzadas e

innovadoras. Si lo hubiéramos previsto antes la historia sería diferente...

Cuando terminó todos lo miraban fijamente a él con rostros de espanto, el tiempo parecía suspendido.

- Clara: Esto parece un capítulo del Apocalipsis...
- Carlos: ¿Seguro hizo su especialización en Gestión Ambiental?, parece más bien arte dramático, además como habla de escenarios y actores...por supuesto, creo usted se cree el súper héroe capitán planeta...
- Ricardo: Huy, esas dotes de artista no se las conocía Alfredo...

Alfredo no podía creer la reacción que había causado en sus interlocutores, apenas escuchó estos comentarios y sin tomarlos en cuenta cambió su semblante y se dispuso a continuar con el segundo escenario presentado en la diapositiva (ver Gráfico 2): *la copa llena*.

- Ricardo: ¿Ese no es el título de una canción de Alci Acosta?
- Clara: Es la copa rota, ¡...moooooooooooo, sírvame la copa rota,... sírvaaameeee que me...!
- Carlos: Seriedad, seriedad por favor...que estoy que me muero de la risa... Alfredo, siga por favor...

Con un nuevo ánimo, Alfredo continuó:

- Alfredo: Este escenario: la copa llena, presenta la siguiente versión: gracias a la visión que tuvimos veinte años atrás, contamos con el agua necesaria para la producción actual de nuestra empresa; el

haber optimizado el uso del agua dentro de la empresa mediante proyectos de uso eficiente, recirculación, reuso y tratamiento; la construcción de la planta de tratamiento con su bocatoma en el río Cauca a tiempo y por etapas, nos permitió economizar esfuerzos conciliatorios y sobrecostos sociales, de construcción, operación y mantenimiento.

Además, permitió que la empresa creciera de manera organizada y coherente con la oferta de agua disponible en el medio, esto hizo que generáramos nuevas tecnologías que se venden actualmente en todo el país y son motivo de orgullo empresarial y nacional.

Haciendo un poco de énfasis en la parte económica, continuó:

- Alfredo: La inversión hecha en investigación y desarrollo se vio recompensada, ya que en la actualidad somos una de las primeras cinco empresas reconocidas a nivel nacional por nuestro alto desempeño industrial y nuestro compromiso con el medio ambiente, que generan ingresos adicionales, a través de incentivos y compensaciones. Igualmente, nos han permitido sostenernos en el mercado e ir creciendo paulatinamente en él, a nivel nacional e internacional.

Las autoridades ambientales tendrán el compromiso de prever los consumos del recurso agua en el futuro. La gestión de castigo por no cumplir las normas es insuficiente, con el panorama a largo plazo de varios grupos de interés, presionando por un único y escaso recurso.

Un compromiso con el uso racional, puede llevar a que el agotamiento no sea tan dramático y que las tecnologías del futuro, presionadas por la escasez, puedan llevar a un uso eficiente del agua.

- Ricardo: Esto ya no es el Apocalipsis, sino "Alfredo en el País de las Maravillas".
- Carlos: Para allá es que quiero llevar la empresa...
- Clara: Se ve bonito.
- Alfredo: Pero para que se vea bonito el compromiso es sentirlo de corazón.
- Ricardo: Ahora nos va a hacer llorar...
- Carlos: ¿Cómo así...qué es eso del corazón?
- Alfredo: Debemos estar convencidos de esto.
- Carlos: ¿Y no lo estamos?, ¿no pagamos?, ¿no hacemos lo que nos dicen la AAR y el Ministerio de Medio Ambiente?
- Alfredo: Hay que ir más allá...
- Carlos: ¿Cómo así que más allá?, yo no veo para dónde hay que ir.
- Ricardo: Sí, dinos oh, sabio Alfredo: ¿para dónde debemos ir?, imagino que tienes algún plan, ¿verdad?
- Alfredo: Durante mis estudios, he estado explorando y aplicando una serie de herramientas existentes que sirven para analizar posibles soluciones. A continuación les muestro de qué se trata.

Pasando las diapositivas en el proyector, apareció el título de una de

ellas: *Escuelas sobre la estrategia empresarial ambiental para interpretar situaciones paradigmáticas.*

- Carlos: Ahora nos salió filósofo... de verdad, Alfredo El Iluminado...

Alfredo lo miró fijamente al rostro y continuó:

- Alfredo: Cada una de estas escuelas representa diferentes formas de abordar la situación que estamos presenciando, aplicando planteamientos estratégicos ambientales.

Y apareció la diapositiva con el título: *RITMO*

- Clara: Ah... ¿si ven?, la copa rota, el ritmo y el son, parece todo muy claro ¿no?
- Ricardo: Por favor Clara, el jefe pide seriedad...estamos a punto de salir a bailar...

Alfredo con su mirada fija y un poco desconcertado por la actitud de "su compañera" de trabajo, continúa con su exposición:

- Alfredo: Podríamos ponerle un ritmo organizacional a la situación, pero bajando el consumo de agua dentro de la empresa, hasta que logremos tener cero vertimientos.

- Clara: ¡Eso es imposible!

Inmediatamente Ricardo interviene y se dirige a Alfredo:

- Ricardo: Cuéntanos: ¿cómo es posible lograr lo que nos estás diciendo?
- Carlos: Sí Alfredo, continúa, ¡quiero conocer ya!, qué soluciones existen.

Alfredo acentúa la cabeza y dice:

- Alfredo: Es una meta que debemos alcanzar, pero antes que todo requiere de trabajo en equipo, concientización, educación, pero sobre todo de un compromiso de la alta gerencia, que deberá liderar el proceso.
- Carlos: ¿Cómo así?, ¡si eso estamos haciendo!, ahora resulta que yo no estoy haciendo nada...
- Alfredo: La experiencia de empresas multinacionales que han logrado alcanzar altos estándares de uso eficiente del agua, deben su éxito al compromiso de la alta gerencia.

Alfredo, abriendo rápidamente la página web de la empresa Químicol, muestra las políticas ambientales de la empresa y dice:

- Alfredo: Recordemos las políticas ambientales de la empresa:

Químicol S.A. se compromete a proteger el medio ambiente, mediante la adopción del principio de prevención de la contaminación, el control y la disminución de las emisiones y desechos, por medio del fortalecimiento de la cultura ambiental, el empleo de la mejor tecnología disponible, viable económico y el uso eficiente de nuestros recursos.

- Carlos: Sí Alfredo, todos conocemos nuestra política ambiental y cumplimos con ella a cabalidad, le recuerdo que para eso está el departamento de producción y la subdivisión de medio ambiente donde usted trabaja.

- Ricardo: Sí Alfredo, continúa y explícanos más acerca de ese ritmo que estabas comentando.

- Clara: Sí, porque la verdad no entiendo qué es eso del ritmo.
 - Alfredo: El ritmo es simplemente buscar herramientas que permitan disminuir el consumo de agua dentro de la empresa y para ello debemos hacer campañas educativas masivas que permitan entrar en, por así decirlo, un nuevo rol o estilo de vida empresarial; donde se valore el agua como debe ser, educando y culturizando, pero para ello debemos entrar a valorar y contabilizar los consumos.
 - Carlos: Y... ¿eso implica costos?
 - Ricardo: Dejemos que termine...
 - Alfredo: Sí; en nuestro recorrido ambiental como empresa, hemos podido demostrar que vale la pena invertir en el medio ambiente; los incentivos tributarios han representado ganancias para nuestra empresa y también para su imagen y competitividad, frente a otras del mismo sector que han permitido posicionarnos bien en el mercado e incursionar paulatinamente en el mercado internacional. Ahora se trata de lo mismo pero este paso es definitivo, puesto que la normatividad será cada vez más estricta.
 - Clara: Bueno Alfredo pero ¿qué se supone que debemos hacer y cómo hacerlo?
- Alfredo pensaba: "si tan sólo me dejaran terminar..."
- Alfredo: Se empleará tecnología de punta, sobre uso eficiente del agua que incluye una tarjeta empresarial personal que permite cuantificar los consumos per cápita dentro de la empresa, esta tarjeta

activa el flujo de agua (lavamanos, duchas, grifos, sanitarios,...) y lo contabiliza por medio de medidores que detectan el caudal por medio de una señal ultrasónica y lo transmiten a la base de datos. Desde la base de datos se recarga automáticamente el costo a la tarjeta de cada usuario, permitiendo controlar y cuantificar su uso.

El consumo de la actividad productiva de la empresa como tal, se controlará de forma similar y se instalarán medidores por áreas (departamentos, líneas de producción). Esta información se registra, procesa y almacena en una computadora central que a su vez, se programa para enviar los reportes de consumos a cada área, a la gerencia general y a la subdivisión de medio ambiente, con el fin de alimentar una base de datos que permita controlar y cuantificar el gasto detallado del agua.

Continuó:

- Alfredo: A su vez, deberá haber un estricto control del consumo de agua durante todo su ciclo de vida (origen, transporte, proveedores, empresa Químico S.A., transporte, canal, transporte, consumidor final y disposición final) y para lograrlo debemos involucrar a todos, incentivar económicamente y exigir poco a poco a nuestros proveedores, esta información como requisito para trabajar con nosotros.
- Carlos: ¿Entonces, cada usuario paga lo que consume y cada proveedor deberá encargarse de certificar el consumo de agua en el que han incurrido?

- Alfredo: ¡Correcto!, sólo cuando se toca el bolsillo de la gente, se cuida el medio ambiente. Miremos la siguiente diapositiva.

En la diapositiva decía: *Excelencia*

- Alfredo: Si queremos excelencia es necesario trabajar en equipo. La excelencia es la sumatoria de los resultados o efectos obtenidos en las diferentes esferas con las que de alguna manera estamos interrelacionados. Si queremos excelencia, debemos ser excelentes mostrando transparencia en nuestras relaciones con el medio ambiente, con nuestros clientes, nuestros proveedores y el consumidor final, en la productividad, el diseño del producto y en la disposición final. La excelencia requiere trascender los esquemas.
- Ricardo: Eso me suena futurista... ahora eres Alfredo, hacia el infinito y más allá...
- Clara: Ahora sí no entiendo por qué estoy aquí, eso suena a ciencia ficción.

Después de una breve pausa, Alfredo continúa:

- Alfredo: No se puede hablar de excelencia, si no aplicamos el concepto en cada esfera: el respeto por el cliente tiene que ver con la conciencia que se debe generar en ellos, acerca de la calidad e inocuidad de los procesos que se realizan, desde la extracción del recurso agua hasta que llega a sus manos, e incluso, hasta la disposición final, de tal forma que estén enterados de todo lo que implica obtener esos productos y, por lo tanto, del costo real que tiene,
- para poder asegurarles a ellos que su compra implica no sólo el producto en sí mismo, sino el trabajo de muchos.

El control de riesgos en todo su ciclo de vida y un costo ambiental, que deberá ser minimizado y transformado en bienestar para todos los seres humanos, la naturaleza y el medio ambiente en general.

- Ricardo: Muy lindo, pero poco real...¿no cree?
- Carlos: Sí, pero... ¿de cuánto estamos hablando?, ¿será que somos una beneficencia y yo no me había dado cuenta?
- Alfredo: Estamos hablando de responsabilidad social, de *good will* para la empresa, de aceptación en mercados internacionales, cada vez más exigentes en su normatividad, de ejemplo para muchas otras empresas, de ganancias para todos, empresa, sociedad y ambiente, de un futuro sostenible. Ahí está la verdadera excelencia y el verdadero reto.
- Ricardo: ¿Cómo podemos lograrlo?, porque imagino que tienes la solución.
- Alfredo: Debemos trabajar en varios frentes: necesitamos innovar en diseños de productos ecosostenibles, biodegradables, "amigables con el ambiente"; para ello requerimos de un departamento de investigación y desarrollo y de alianzas estratégicas con entidades de educación superior, de tal forma que obtengamos un beneficio mutuo y mano de obra calificada a bajo costo.

- Carlos: Eso está bien...¿pero y?
- Clara: Bueno...al final de cuentas, alguien me puede decir: ¿y qué tengo que ver ahí?
- Carlos: Clara, es necesario que te encargues de los trámites judiciales que tengan implicaciones con las nuevas propuestas a ejecutar.
- Ricardo: ¿Ejecutar?, pero si Alfredo aún no termina...aún no hay luz al final del túnel...
- Carlos: jah!, por supuesto... continúa mi querido capitán planeta...

Alfredo con más ánimo, continúa su exposición, pues él sabe que el éxito total de sus propuestas depende, en primera instancia, de la aceptación de la alta gerencia.

- Alfredo: Mientras continuamos trabajando en el sistema de gestión integral del recurso hídrico, debemos cerrar los ciclos del producto; evitando que terminen nuestros desechos y residuos químicos derivados del tratamiento que realizamos al agua, en los rellenos sanitarios especiales; de esta forma, ahorrándonos esos costos, eliminando los desperdicios, permitiendo que los productos puedan ser reenvasados, podremos ir reduciendo así costos por suministros y abaratando el costo del producto al consumidor final. En la medida en que reduzcamos el impacto, los vertimientos y la contaminación del agua en cada una de las etapas del ciclo de vida de cada producto, estaremos ahorrando dinero.

Alfredo prosigue mostrando la siguiente diapositiva titulada: *Océano Azul* y más abajo la palabra Azul.

- Alfredo: Imagínense por un instante el inmenso océano azul con sus enigmas por descubrir y ahora piensen en la posibilidad de producir agua en el mismo lugar donde se consume, ahorrando de esta manera, los costos de extracción, transporte, tratamiento preliminar, disposición de subproductos de tratamiento, reduciendo los costos ambientales, sin acabar con el cauce de los ríos; por el contrario, nutriéndolos; imagínense que además, se encontraran microorganismos bioquímico-sintetizadores sin producción de biomasa, que permitieran hacer inocuos los efectos adversos de los insumos, productos y subproductos generados a través del ciclo de vida del producto, permitiendo revertir el ciclo antrópico del agua y volverla a su estado original.

Piensen qué pasaría si el azul fuera ahora de color rojo, creado por la puesta del sol de cada día, en donde la empresa pretende seguir solucionando los problemas al final del tubo; no evitándolos, ni transformándolos, simplemente, seguir vertiendo y manipulando estos vertimientos, con procesos costosos de tratamiento primario, secundario y terciario, para minimizar el impacto que la contaminación genera en el recurso agua, sin pensar por un instante en la posibilidad de asegurar el agua hacia el futuro.

Pues bien, necesitamos tener claridad sobre el destino que tenemos que enfrentar como empresa y asumir una posición fija frente a esta situación.

Alfredo continúa exponiendo la siguiente diapositiva:

- Alfredo: Químicol S.A., a pesar de pagar COP\$1/m³agua consumida, gasta aproximadamente COP\$2.000/m³agua vertida, en tratamientos que representan costos del orden de COP\$41.000.000/mes, dinero que puede ser empleado en investigación y desarrollo; así como en implementación de nueva tecnología, campañas de concientización de personal al interior de la empresa y a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con el fin de conseguir reducir los vertimientos y los altos consumos de agua que implica producir nuestros productos.
- Así, la empresa crecerá el 250% que tiene proyectado, pero su impacto al medio ambiente se mantendrá por lo menos constante y con igual o menor consumo de agua.
- Ricardo: Lo tenías muy bien preparado...eso que dices ...¿sí será cierto?, ¿porqué no me lo habías comentado antes?...con seguridad hay gato encerrado...
- Carlos: Cuéntanos más sobre cómo hacer efectivas las ganancias.
- Alfredo: Para hacer que sea más grato asumir los nuevos controles y las restricciones, es conveniente poner a “jugar” a la gente.
- Clara: ¡Ah! sí esto ya estaba muy aburrido.
- Ricardo: Pero... ¿de qué hablas?
- Alfredo: Sí, haremos competencias entre la gente dentro y fuera de la empresa, que desee aportar con ideas sobre uso eficiente del agua y premiaremos con incentivos económicos las mejores iniciati-
- vas; también a los departamentos o áreas que registren menores consumos per cápita de agua, con indicadores.
- Se instalarán cornetas musicales que se accionarán cuando los registros de consumo de agua excedan los límites máximo promedio permisible y se penalizarán con costos adicionales. Así se irá creando la cultura organizacional del *Uso Eficiente del Agua*.
- Por último, la arquitectura estratégica permite organizar los actores principales de la organización, empezando por la alta gerencia y las gerencias financiera, comercial, logística, de producción, técnica, de proyectos y de gestión humana, seguido por proveedores, consumidores, transportadores, canales y la comunidad en general; unidos en trabajo en equipo y continuo para alcanzar las metas de la empresa en veinte años; empleando los recursos de la empresa, los incentivos tributarios y las ganancias por ahorro de agua.
- Ricardo: Bien Alfredo, creo que ya es suficiente...gracias, eso es todo.
- Carlos: Amanecerá y veremos; creo ya se nos hizo muy tarde a todos...este asunto del agua es muy simple, va y viene con cada temporada de clima, siempre está presente, sin importar si hay fenómeno de El Niño o de La Niña; no entiendo por qué tanta preocupación de la AAR, nosotros pagamos los impuestos y los seguiremos pagando, así de simple.
- El porcentaje de gastos por tratamiento del agua en comparación con las ventas es del 0,0012%, eso

no es nada. Gracias, Alfredo, pero mejor dedíquese a las cosas del día a día de la empresa, son mucho más importantes que gastar tiempo en imaginarse “pajaritos de oro”; eso de la estrategia ambiental es puro cuento.

2. PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

1. ¿Cómo se involucra el recurso hídrico, dentro de un análisis de las cinco fuerzas del diamante de Michael Porter?
2. ¿Qué significa interpretar el recurso hídrico, como un recurso estratégico, generador de ventaja competitiva?
3. ¿Cómo se aplica el principio: “de la cuna a la cuna”, en el ciclo de vida del agua necesaria para la fabricación de los productos de una empresa?
4. ¿Cómo lograr un cambio en el paradigma de la Gerencia General de Químicol, sobre la interpretación del recurso hídrico?
5. ¿Cómo debería actuar Alfredo para lograr el apoyo de la Alta Gerencia de Químicol?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Edzwald, J. (Ed.). (2011). *Water Quality & Treatment: A Handbook on Drinking Water* (6a ed.). New York, NY: American Water Works Association.
2. Hoekstra, Y.A., Chapagain, K.A., Aldaya, M.M. y Mekonnen, M.M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard*. Washington, DC: Earthscan.
3. Horne, R., Grant, T. y Verghese, K. (2009). *Life Cycle Assessment: Principles, Practice and Prospects*. Collingwood, Australia: CSIRO.
4. Resolución No. DG. 0686, por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca, CVC. (2006). Recuperado de http://www.avancejuridico.com/actualidad/documentosoficiales/2007/46502/r_cvc_0686_2006.html
5. Sarni, W. (2011). *Corporate Water Strategies*. Londres: Earthscan.
6. Tchobanoglous, G., Burton, L.F. y Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. New York, NY: McGraw-Hill.

ANEXOS

Anexo 1. Datos históricos de carga contaminante - Químicol S.A. (kg/d)

Año	DBO	DQO	SST	Grasas y aceites	Total
2004	18,60	19,45	14,30	12,50	64,85
2005	39,95	11,39	17,69	6,51	75,55
2006	8,46	27,98	9,91	10,95	57,30
2007	13,55	14,35	6,67	16,56	51,13
2008	15,30	23,21	12,34	9,86	60,71

Fuente: Reporte ambiental suministrado por Químicol en el 2009.

Anexo 2. Costos ambientales por captación de agua - Químicol S.A. (COP\$/año)

Año	Costo de captación	Costo de tasas	Costo monitoreo vertimientos	Total
2004	189.000	256.800	3.678.000	4.123.800
2005	190.500	0	4.350.000	4.540.500
2006	214.368	0	4.890.000	5.104.368
2007	237.600	345.000	5.470.000	6.052.600
2008	233.910	360.000	6.890.000	7.483.910

Fuente: Reporte ambiental suministrado por Químicol en el 2009.

Anexo 3. Costos de químicos de tratamiento del agua para disposición final - Químicol S.A. (COP\$/año)

Año	Costo de tratamiento
2004	453.600.000
2005	516.780.000
2006	547.860.000
2007	482.256.000
2008	483.840.000

Fuente: Reporte ambiental suministrado por Químicol en el 2009.