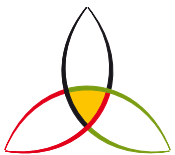




Australian Government  
Department of Industry  
Tourism and Resources

# RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

PROGRAMA DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE LEADING PRACTICE  
PARA LA INDUSTRIA MINERA



SOCIAL  
ECONOMIC  
ENVIRONMENTAL



PROGRAMA DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE LEADING PRACTICE  
PARA LA INDUSTRIA MINERA

## RESPONSABILIDAD AMBIENTAL



Translated by eTranslate (Traducción: eTranslate)  
Translator (Traductor) - Rafael de la Figuera Von Wichmann  
Reviewer (Revisor) - Andres Munoz & Elizabeth Gravina

OCTUBRE DE 2006

## **Descargo de responsabilidad**

Programa de Desarrollo Sostenible Leading Practice para la industria minera

Esta publicación ha sido realizada por un Grupo de expertos, representantes de la industria, el gobierno y organizaciones no gubernamentales. Reconocemos y agradecemos el esfuerzo realizado por el Grupo de Trabajo.

Los puntos de vista y opiniones expresados en esta publicación no reflejan necesariamente los del Gobierno de la Commonwealth o del Ministro de Industria, Turismo y Recursos. Aunque se han tomado todas las medidas posibles para garantizar que el contenido de esta publicación sea objetivamente correcto, la Commonwealth no se hace responsable de la precisión o completitud de dicho contenido así como de ninguna pérdida o daño que pudiera ser ocasionado directa o indirectamente por el uso o por confiar en el contenido de esta publicación.

Los usuarios de este manual deben tener en cuenta que ha sido concebido como una referencia general y no pretende reemplazar el asesoramiento profesional que los usuarios pudieran necesitar en circunstancias particulares. La referencia a empresas o productos en este manual no debe considerarse como una aprobación del Gobierno de la Commonwealth de dichas empresas o productos.

Fotografía de portada: Rio Tinto Aluminium Limited-Minería y transportación de bauxita en Weipa, Queensland

© Commonwealth of Australia 2006

ISBN 0 642 72487 3

Este manual está protegido por derechos de reproducción. Aparte del uso permitido por la Ley de Derechos de Reproducción de 1968, queda prohibida la reproducción de cualquier parte de este manual de ninguna forma sin el previo consentimiento por escrito de la Commonwealth. Las cuestiones y solicitudes de información sobre la reproducción y los derechos se deben enviar a Commonwealth Copyright Administration, Attorney General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 2600 o enviarse a <http://www.ag.gov.au/cca>

# CONTENIDOS

	AGRADECIMIENTOS	iv
	PREÁMBULO	vii
1.0	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Desarrollo sostenible	1
1.2	¿Qué es la responsabilidad ambiental?	2
2.0	¿POR QUÉ APLICAR UNA GESTIÓN AMBIENTAL?	5
2.1	Mantener una licencia de explotación	5
2.2	Caso de negocio sobre la responsabilidad ambiental	5
	Estudio de caso: Gestión ambiental del uranio—aceptando el reto	6
2.3	¿Quién debe participar de la responsabilidad ambiental?	8
2.4	Co-regulación	8
2.5	Participación de organizaciones no gubernamentales	9
2.6	Reguladores internacionales	10
3.0	DEFINIR EL CICLO DE VIDA DE LOS MINERALES	11
4.0	CONCEPTOS Y PRÁCTICAS DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	14
4.1	Responsabilidad ambiental de los materiales	14
	Estudio de caso: Portal para la Gestión del Riesgo en la Industria de Minerales	15
	Estudio de caso: Green Lead™ (Plomo verde)	16
	Estudio de caso: Fuji Xerox Australia	18
	Eco-eficiencia	19
4.2	Responsabilidad ambiental de los recursos	20
	Sinergia del subproducto	21
	Estudio de caso: Xstrata copper smelter, Mount Isa Mines	22
	Estudio de caso: Captación y utilización de metano, Anglo Coal	24
	Innovación del proceso	25
4.3	Responsabilidad ambiental del proceso	26
	Sinergias de servicios	26
	Estudio de caso: Yabulu	27
	Optimización de la planta	28
	Estudio de caso: Refinería de aluminio de Pinjarra	28
	Producción más limpia	30
	Estudio de caso: Planta para la reducción de emisiones del sintetizador de Port Kembla	33
4.4	Responsabilidad ambiental del producto	34
	Estudio de caso: Suministro de información—el papel de GLASS	35
	Adquisición verde	36
	Estudio de caso: RIGHTSHIP	37
	Diseño para el medioambiente	39
	Estudio de caso: materiales de acero para la construcción	40
	Revelación ambiental	42
	Estudio de caso: Declaraciones ambientales del producto	42
5.0	CONCLUSIÓN	46
	REFERENCIAS	47
	PÁGINAS WEB	49
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	50
	APÉNDICE A: EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA	52
	APÉNDICE B: CASOS ESPECÍFICOS	54



# AGRADECIMIENTOS

El Programa de Desarrollo Sostenible Leading Practice está gestionado por un Comité de Dirección presidido por el Departamento de Industria, Turismo y Recursos del Gobierno Australiano. Los 14 temas del programa han sido desarrollados por grupos de trabajo compuestos de representantes del gobierno, la industria, la investigación, la universidad y la comunidad. Los manuales de Leading Practice no podrían haber sido realizados sin la cooperación y participación activa de todos los miembros del grupo de trabajo.

Damos las gracias a las siguientes personas que han participado en el Grupo de Trabajo sobre Responsabilidad Ambiental así como a sus patronos que pusieron a disposición del programa los conocimientos y el tiempo de los participantes:



ROYAL AUSTRALIAN  
CHEMICAL INSTITUTE

## **Prof Ian D Rae**

Presidente-Grupo de Trabajo sobre Responsabilidad Ambiental  
The Royal Australian Chemical Institute Inc. [www.raci.org.au](http://www.raci.org.au)



## **Sra Katie Lawrence**

Secretaría-Grupo de Trabajo  
Adjunta de Dirección, Sección de Minería Sostenible  
Department of Industry, Tourism and Resources [www.industry.gov.au](http://www.industry.gov.au)



## **Sr Cormac Farrell**

Funcionario de Política Medioambiental  
Minerals Council of Australia [www.minerals.org.au](http://www.minerals.org.au)



## **Dr Peter Glazebrook**

Asesor del Director-Responsabilidad Ambiental del Producto  
Rio Tinto Health, Safety and Environment [www.riotinto.com](http://www.riotinto.com)



## **Dr Joe Herbertson**

Director  
The Crucible Group Pty Ltd [www.thecrucible.com.au](http://www.thecrucible.com.au)



## **Dr Margaret Matthews**

Consultor del Director  
S3-Sustainable Strategic Solutions [s3mmatthews@hotmail.com](mailto:s3mmatthews@hotmail.com)



## **Sr Tony McDonald**

Director General  
Building Products Innovation Council [www.bpic.asn.au](http://www.bpic.asn.au)

**Sr Ron McLean**

Jefe de Transferencia de Tecnología  
Australian Centre for Minerals Extension  
and Research

[www.acmer.com.au](http://www.acmer.com.au)

**Sra Elizabeth O'Brien**

Jefa de Sección  
Global Lead Advice and Support Service

[www.lead.org.au](http://www.lead.org.au)

**Sr Mick Roche**

Jefe de Responsabilidad Ambiental del Producto  
BHP Billiton

[www.bhpbilliton.com](http://www.bhpbilliton.com)

**Sra Melanie Stutsel**

Directora-Política Social y Medioambiental  
Minerals Council of Australia

[www.minerals.org.au](http://www.minerals.org.au)

**Sr Phillip Toyne**

Director  
EcoFutures Pty Ltd

[www.ecofutures.com](http://www.ecofutures.com)

**Sr Ed Turley**

Jefe de Medioambiente en la División North Queensland  
Xstrata Copper

[www.xstratacopper.com.au](http://www.xstratacopper.com.au)

**Prof Rene van Berkel**

Jefe del Programa de Investigación  
Regional and Supply Chain Synergies  
CRC for Sustainable Resource Processing

[www.csrp.com.au](http://www.csrp.com.au)







## PRÓLOGO

La minería australiana está firmemente alineada con el objetivo global de un desarrollo sostenible. Es crucial un compromiso con el desarrollo sostenible leading practice para que toda compañía minera pueda conseguir y mantener su “licencia social para operar” en la comunidad.

Los manuales de la serie Desarrollo Sostenible Leading Practice en la Minería comprenden aspectos medioambientales, económicos y sociales a través de todas las fases de la producción minera desde la exploración, pasando por la construcción, la extracción y el cierre de la mina. El concepto de leading practice se basa simplemente en hacer las cosas de la mejor forma en cada determinada situación. Puesto que surgen nuevos retos y se desarrollan nuevas soluciones, o se idean mejores soluciones para los asuntos existentes, es importante que el leading practice sea flexible e innovador para el desarrollo de soluciones que encajen con los requerimientos de cada situación concreta. Aunque se basa en principios sólidos, el leading practice necesita tanto de la aproximación y actitud como de un conjunto fijo de procedimientos o de una tecnología en particular. El leading practice también engloba los conceptos “gestión adaptable”, como proceso en constante revisión, y “aprender haciendo” al aplicar lo mejor de los principios científicos.

De la definición de desarrollo sostenible en relación con el sector de la minería y los metales realizada por el Consejo Internacional sobre Minería y Metales (ICMM) se desprende que las inversiones deben ser técnicamente apropiadas, medioambientalmente sensatas, económicamente rentables y socialmente responsables. Valor Perdurable—el Marco por el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera Australiana proporciona asesoría para la implementación a nivel operativo de los Principios ICMM con los elementos de la industria minera australiana.

Una serie de organizaciones están representadas en el comité directivo y en los grupos de trabajo, lo cual es indicativo del interés tan diverso por un leading practice en la industria minera. Entre estas organizaciones se encuentra el Departamento de Industria, Turismo y Recursos, el Departamento de Medioambiente y Patrimonio, el Departamento Regional de Industria y Recursos de Western Australia, el Departamento Regional de Recursos Naturales y Minas de Queensland, el Departamento Regional de Industria Primaria de Victoria, el Consejo de Minerales de Australia, el Centro Australiano para Cuencas Mineras e Investigación, la universidad, representantes de compañías mineras, investigadores técnicos, organizaciones no gubernamentales y expertos en sociedad, medioambiente y minas. Estos grupos han trabajado juntos para reunir y aportar información sobre una variedad de temas para ilustrar y explicar el desarrollo sostenible mediante un leading practice en la industria minera australiana.

Las publicaciones resultantes están ideadas para ayudar a todos los sectores de la industria minera a reducir el impacto negativo que la extracción de minerales produce en la comunidad y en el medioambiente, siguiendo los principios de desarrollo sostenible mediante un leading practice. Se conciben como una inversión en la sostenibilidad de un importante sector de nuestra economía y en la protección de nuestro patrimonio natural.

**El Excelentísimo Ian Macfarlane MP**  
Ministro de Industria, Turismo y Recursos





# 1.0 INTRODUCCIÓN

Este manual se centra en el tema de la responsabilidad ambiental, que es uno de los temas incluidos en el Programa de Desarrollo Sostenible Leading Practice. El programa pretende identificar asuntos clave que afectan al desarrollo sostenible de la industria minera y proporcionar información y estudio de casos que ilustren una base más sostenible para la industria.

Se ha escrito este manual para animar a los directivos de minería y marketing, además de a los clientes, para que apliquen los principios de responsabilidad ambiental y jueguen un papel decisivo en la mejora continua de la industria minera conforme al desarrollo sostenible de la actividad. En la mina son importantes los aspectos administrativos relativos a la exploración, viabilidad, diseño, construcción, extracción y cierre de misma. Más allá de la boca de la mina, también es crucial la gestión que en el mercado se hace del mineral. Aunque los principios que guían el leading practice son a menudo genéricos, también pueden emplearse para desarrollar una planificación específica de sostenibilidad.

Además, todos aquellos interesados en el leading practice para la industria minera (particularmente funcionarios de medioambiente, consultores de minas, gobiernos y reguladores, organizaciones no gubernamentales, comunidades mineras y estudiantes) encontrarán relevante este manual. Se ha escrito para animar a toda esta gente a jugar un papel decisivo en la mejora continua de la industria minera conforme al desarrollo sostenible de la actividad.

## 1.1 Desarrollo sostenible

La definición de desarrollo sostenible más ampliamente aceptada es la proporcionada por la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo en su informe principal Our Common Future -Nuestro Futuro en Común- (Informe Brundtland): “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Ha habido tentativas de replantear y expandir esta definición, a menudo con relevancia para sectores o poblaciones en particular, y se analizará algunas de ellas más adelante en este manual.

En el sector de los minerales desarrollo sostenible significa que la inversión en proyectos mineros debe ser económicamente rentable, técnicamente apropiada, medioambientalmente sensata y socialmente responsable. Las empresas implicadas en la extracción de recursos no renovables han experimentado un crecimiento de la presión para que incorporen el concepto de sostenibilidad en las operaciones y los procesos de toma de decisiones estratégicas. Además de estas consideraciones, las corporaciones responsables han podido aproximarse a las sostenibilidad por medio de una serie de iniciativas de responsabilidad ambiental apropiadas.

El desarrollo económico, el impacto medioambiental y las responsabilidades sociales tienen que estar bien gestionadas, al igual que debe existir relaciones productivas entre gobiernos, industria y accionistas. Lograr esa situación es simplemente una “buena manera de hacer negocios”.

Valor Sostenible—el Marco por el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera Australiana nos proporciona una declaración importante sobre los principios del desarrollo sostenible. Este marco apoya la implementación de principios de desarrollo sostenible en la industria minera australiana. Valor Perdurable pone un gran énfasis en la responsabilidad ambiental y persigue la gestión de los materiales a través de su ciclo de vida. Pretende:

- maximizar rendimientos y eficiencias
- gestionar mejor los impactos sociales y medioambientales
- gestionar mejor los beneficios potenciales de su producción y utilización.

La responsabilidad ambiental de los materiales es un concepto emergente en la industria y promueve la producción (y uso) sostenible y equitativa de minerales y metales en los productos.

Valor Perdurable, que sustituyó al Código de la Industria de Minerales para la Gestión Ambiental, es ahora el marco principal para defender las políticas que aseguren que la actividad actual en el sector de los minerales no compromete las habilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. El marco por el Valor Perdurable se alinea con las iniciativas de la industria global y, en particular, proporciona una orientación esencial para los Principios de Desarrollo Sostenible, propugnados por el Consejo Internacional sobre Minería y Metales (ICMM), y su posterior aplicación a nivel operativo. Incluye responsabilidad ambiental del producto, responsabilidad ambiental sobre el medio y principios de responsabilidad social corporativa. El marco actúa como vehículo para la diferenciación y el liderazgo de la industria y, como se describirá después, proporcionará beneficios continuados a la industria y a la comunidad a través la gestión efectiva de los recursos naturales australianos.

## 1.2 ¿Qué es la responsabilidad ambiental?

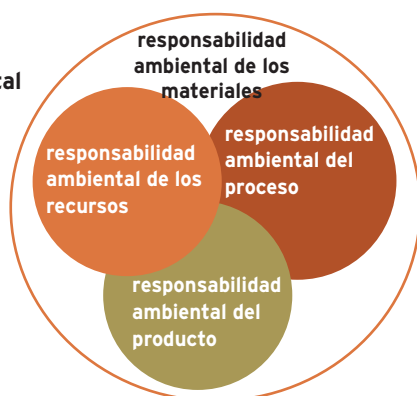
La industria minera proporciona mineral y metales que son elementos esenciales para un amplio surtido de productos y, además, servicios que toman valor al servir las necesidades de la población. La minería y las actividades de procesado son parte esencial de los ciclos de los materiales complejos en la sociedad los cuales, a su vez, interactúan con los ciclos materiales naturales y los ecosistemas. Las compañías son una parte esencial de las cadenas de valor y de los ciclos de vida que no controlamos. La sostenibilidad de la industria tiene que ver con ayudar a gestionar estos ciclos de forma que se maximice el valor para la sociedad mientras que se minimizan los impactos negativos, ya sean estos económicos, sociales o ecológicos. Asumir cierta responsabilidad compartida en actuaciones que están más allá de nuestro control directo es un concepto esencial en la noción de responsabilidad ambiental, que trata fundamentalmente de cómo obtener mejores resultados a la vez que se devuelve valor al sistema a nivel global. La responsabilidad ambiental efectiva se convierte en conductor de innovación para nuestras formas de operar y de pensar sobre nuestros negocios.

La responsabilidad ambiental incluye el cuidado y gestión de un producto durante su ciclo de vida. El concepto de ciclo de vida se aborda con más detalle en la sección siguiente, aunque resulta aparente que puede abarcar la exploración, extracción, procesado, refinado, fabricación, uso, recuperación, reciclado y eliminación de un producto mineral. La responsabilidad ambiental requiere de un programa integral de acciones encaminadas a asegurar que todos los materiales, procesos, productos y servicios se gestionan a través de su ciclo de vida de una manera social y ambientalmente responsable.

Responsabilidad Ambiental es un concepto en evolución dentro de la industria minera, orientado a construir alianzas a través del ciclo de vida de los materiales para garantizar la sostenibilidad de su producción, uso y desechado. Mientras que los participantes de cada sector tienen la responsabilidad de ejercer la responsabilidad ambiental en su industria concreta, es un principio fundamental de la responsabilidad ambiental que esos participantes también tengan una preocupación por las otras industrias implicadas en el ciclo de vida.

En la Figura 1 se muestra un modelo propuesto. Se muestran tres tipos diferentes de responsabilidad ambiental (recurso, proceso y producto) cayendo dentro de un paraguas de responsabilidad ambiental de los materiales. Los lazos con otras iniciativas globales de desarrollo sostenible se exponen en posteriores secciones de este manual.

**Figura 1: Modelo de responsabilidad ambiental de los materiales**



**La responsabilidad ambiental del recurso** cubre un programa de acciones encaminadas a asegurar que los aportes de un recurso a un proceso (incluido minerales, agua, productos químicos y energía) son empleados para su uso más eficiente y apropiado.

**La responsabilidad ambiental del proceso** cubre un programa de acciones centradas en asegurar que los procesos (tales como beneficiación, floculación, triturado, separación gravimétrica y otros utilizados para producir mena, concentrados y otros derivados) se realizan de una manera social y ambientalmente responsable.

**La responsabilidad ambiental del producto**, es quizás el tipo de responsabilidad ambiental más conocido, se trata de un enfoque centrado en el producto para proteger la salud humana y el entorno. Trata de minimizar el impacto neto ambiental derivado del uso del producto (incluido su manufactura, distribución, uso y gestión del residuo) mediante el producto y el diseño del sistema del producto, además de mediante controles reguladores y disposiciones apropiadas para cada segmento del ciclo de vida. Este es un enfoque centrado en el producto que trata de involucrar a la gente que pueda entrar en contacto en cualquier fase del ciclo de vida.

Bajo un amplio esquema de responsabilidad, o gestión ambiental, sobre el producto incluimos a otros participantes (socios) que podrían compartir responsabilidad, como es el caso de los consumidores (uso responsable y gestión de los desechos) y de las empresas de reciclaje o gestores de residuos que tratan con estos productos al final del ciclo.

**La responsabilidad ambiental de los materiales** abarca todo el ámbito de responsabilidad ambiental puesto que afecta a los recursos, a los procesos y a los productos y de esta forma engloba el ciclo de vida al completo.

Como mejor se entiende el propósito general en la responsabilidad ambiental de los materiales es mediante la noción de hacer más con menos, o eco-eficiencia, tal como lo define el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD).

El WBCSD acuñó el término eco-eficiencia para la inmersión de las empresas en el desarrollo sostenible. La eco-eficiencia “se alcanza al proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfagan las necesidades humanas y aporten calidad de vida, al tiempo que reducen progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta”(WBCSD, 2000).

La producción limpia es complementaria a la eco-eficiencia y se define como la continua aplicación de una estrategia de procesos, productos y servicios de forma integrada, preventiva y ambiental de manera que se incremente la eficiencia y se reduzcan los riesgos para los humanos y el medioambiente (van Berkel, 2002). Al reducir la contaminación y los residuos en origen, poniendo esfuerzo en mejoras continuas, una producción más limpia puede aportar beneficios tanto económicos como ambientales.

La ecología industrial es el estudio de los flujos de los materiales y de la energía en actividades industriales y de consumo, los efectos de estos flujos sobre el entorno, y las influencias de los factores políticos, reguladores y sociales sobre el flujo, el uso y la transformación de los recursos. En particular, existe un deseo de imitar todos los procesos como parte de sistemas naturales, de forma que los productos residuales de un proceso proporcionen las materias primas para otros.

Recientes estudios sobre el diseño de productos han mostrado que se puede producir un sustancioso ahorro económico y ambiental con el rediseño de productos para minimizar su impacto ambiental. Conocido internacionalmente como diseño para el medioambiente o eco-diseño, esta propuesta estudia el ciclo de vida completo de un producto y propone cambios en su diseño para minimizar su impacto ambiental desde su fabricación y distribución hasta durante y después de su uso.

### **Otras declaraciones sobre responsabilidad ambiental**

Declaraciones más filosóficas sobre conceptos relativos a la responsabilidad ambiental suelen emplearse y encontrarse a menudo en la literatura de numerosas disciplinas. Una declaración adelantada en recientes publicaciones australianas (Strategic Framework for Tailings Management and Strategic Water Framework for Water Management the Minerals Industry) expone que “la responsabilidad ambiental es una aproximación a la gestión de los recursos naturales que está basada en la idea del promotor como guardián temporal del patrimonio común”.





## 2.0 ¿POR QUÉ APLICAR UNA GESTIÓN AMBIENTAL?

### 2.1 Mantener una licencia de explotación

En los últimos años las empresas han venido recibiendo constantes presiones desde gobiernos, consumidores, accionistas, competidores, inversores y comunidades para que mantengan un equilibrio entre la búsqueda de beneficios económicos a la preocupación por la sociedad y el medioambiente y, al realizar esto, demostrar su contribución al desarrollo sostenible. La industria minera afronta la necesidad de ganarse y mantener su legitimidad y aceptación social, y para conseguir esto no puede confiar tan sólo afirmar que cumple las leyes ambientales locales y nacionales. Es particularmente vulnerable a las críticas que llegan de una combinación de organizaciones no gubernamentales (ONGs) de ámbito local e internacional y no puede por más tiempo confiar en el hecho de estar en regla con las leyes locales de medioambiente (van Berkel, 2006; Bossilkov, 2005). Ganarse la aceptación de una mayoría de la comunidad, además de los reguladores, es lo que a menudo se llama “tener una licencia para operar”. Hoy en día, la licencia de explotación no sólo abarca el derecho de desarrollar un negocio en un lugar sino también el derecho para vender los productos en el mercado.

Este punto es significativo puesto que la industria minera es el punto de partida en el ciclo de vida de muchos productos que son esenciales para la sociedad moderna. Su estructura de Valor Perdurable proporciona apoyo para construir un capital social con la comunidad, el gobierno y los sectores financiero y asegurador. Proporciona orientación a la industria y la ayuda a operar en sintonía con las expectativas de la comunidad.

La licencia social para operar comprende las nociones de “licencia para comerciar” y “licencia para evolucionar”, que son poderosos motores de un negocio. El crecimiento magnifica la capacidad de aportar valor, pero sin una innovación que se oriente hacia las preocupaciones sociales y ambientales, el crecimiento magnifica los impactos del negocio. El crecimiento conlleva oportunidades y amenazas. La responsabilidad ambiental orientada a una gestión social y ambiental se ha convertido en el asunto central para las empresas que buscan un crecimiento sostenible.

### 2.2 Caso de negocio sobre la responsabilidad ambiental

Los principales beneficios de un plan de responsabilidad ambiental bien implementado son:

- consumo reducido de energía y agua entre otros en la distribución y el uso del producto
- niveles reducidos de emisiones que representan un peligro para las personas y el entorno
- reducción de los residuos, incluido la maximización del aprovechamiento y las oportunidades del reciclaje.

Un elemento esencial de la responsabilidad ambiental es la distribución de información apropiada sobre la gestión a las personas que pueden estar involucradas en cualquier punto del ciclo de vida.

A menudo podemos encontrar ejemplos de responsabilidad ambiental del producto en las industrias manufactureras y en los mercados con alta diferenciación de productos y marcas, como es el caso de la joyería y la alta tecnología. Un ejemplo práctico de este principio es el de los acuerdos de leasing y retirada del equipamiento de oficinas, como es el caso de la recogida y llenado de los cartuchos de toner o incluso de las fotocopiadoras enteras (ver el estudio de caso Xerox en la Sección 4.1).

Al considerar la eco-eficiencia, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible identificó siete componentes que pueden aportar valor de negocio: reducción de la intensidad material de productos y servicios, reducción de la intensidad energética de productos y servicios, reducción de la dispersión tóxica, realce de la reciclabilidad material, maximización del uso sostenible de recursos renovables, ampliación de la durabilidad del producto e incremento en la intensidad del servicio de productos y servicios (WBCSD, 2000).

Las compañías líderes no considerarán la sostenibilidad como un asunto de cumplimiento, sino como algo que dará forma a sus procesos, productos, servicios y relaciones futuras. Adoptar la sostenibilidad como estrategia de negocio conduce a un objetivo de innovación y creación de valor. Es por tanto una herramienta poderosa para motivar a directores y empleados hacia una gestión sensata de ciclos de materiales complejos que sustente su negocio y, en un sentido más amplio, a la sociedad por completo. Actuar sosteniblemente significa tener una perspectiva a largo plazo del negocio global. Puede ayudar a las empresas a remodelar los ciclos de vida de sus operaciones. Encontrar el equilibrio perfecto entre el desarrollo del negocio y los impactos que se perciben en la actualidad conlleva una comprensión de dónde puede haber obstáculos y dónde habrá beneficios.

### **Estudio de caso: Gestión ambiental del uranio—aceptando el reto**

La licencia social de la industria minera para operar, comercializar y desarrollarse está bajo creciente presión, puesto que la sociedad se ha vuelto más educada, informada y despierta. Presión adicional llega de los usuarios finales de los productos provenientes de la industria minera. Los accionistas están presionando a estos procesadores, fabricantes, usuarios y empresas de reciclaje para que identifiquen el origen primario de los productos básicos.

Se prevé que el mercado mundial de uranio experimente una gran expansión debido al anticipado incremento en la demanda global de uranio, lo que eleva sus precios y aumenta el reconocimiento de los beneficios potenciales que para el efecto invernadero tiene la energía nuclear.

Australia dispone de aproximadamente el 36 por ciento de los recursos mundiales de uranio de bajo costo (a menos de US\$40 el kilogramo) y está bien posicionada para beneficiarse de cualquier expansión en el mercado mundial de uranio.

En agosto de 2005 el parlamentario Hon Ian Macfarlane, Ministro de Industria, Turismo y Recursos, promovió el desarrollo de un Marco para la Industria del Uranio (UIF). El objetivo de la UIF es identificar oportunidades, e impedimentos, para el desarrollo sostenible de la industria minera de uranio australiana a corto, medio y largo plazo. La UIF se ha creado en asocio con distintos gobiernos, la industria y otros interesados de relevancia.

En reconocimiento al papel de lo que denominamos responsabilidad ambiental y en su empeño de conseguir la sostenibilidad, la UIF creó el Grupo de Trabajo para la Gestión



Ambiental del Uranio. Una de las recomendaciones del Grupo de Trabajo fue:

“Que la industria de uranio australiana establezca una plataforma de gestión ambiental para el uranio como base para el compromiso con los programas globales de gestión ambiental del uranio que actualmente está desarrollando la Asociación Mundial de la Energía Nuclear”

La Asociación Mundial de la Energía Nuclear (WNA) es la organización mundial que por objetivo promover el uso pacífico mundial de la energía nuclear como recurso de energía sostenible para los próximos siglos. Específicamente, a la WNA le concierne la generación de energía nuclear y todos los aspectos del ciclo del combustible nuclear, incluido la extracción, conversión, enriquecimiento, fabricación del combustible, montaje de las centrales, transporte y el almacenaje seguro del combustible sobrante. Los actuales miembros de la WNA son responsables de cerca del 90% de la electricidad mundial de origen nuclear, sin incluir los Estados Unidos, y del 90% del uranio mundial, de su conversión y enriquecimiento.

La reunión inaugural del Grupo de Trabajo para la Gestión Ambiental del Uranio de la WNA se celebró en junio de 2006 en Londres y todos los sectores implicados en el ciclo de vida nuclear estaban representados por los miembros fundacionales del grupo de trabajo. El Grupo de Trabajo para la Gestión del Uranio de la WNA define la responsabilidad ambiental del uranio como:

“un programa de acción para demostrar que el uranio se produce, se utiliza y se elimina de manera segura y aceptable. El programa toma un enfoque basado en el ciclo de vida y alienta el uso de leading practices para la salud, la seguridad, el medioambiente y los aspectos sociales a lo largo de la cadena de valor, enfatiza la minimización de los residuos y anima al reciclaje”.

El establecimiento de un leading practice (junto con un enfoque de responsabilidad compartida) pretende conseguir fundamentalmente dos resultados importantes:

- mejorar la competitividad de la industria mediante el desarrollo de un enfoque integral y un proceso de “aprender compartiendo”
- asegurar que las prácticas “leading” se convierten en el prácticas “estándar” a lo largo del ciclo de vida.

La gestión a largo plazo de los residuos nucleares es un tema de responsabilidad ambiental que requiere de un acuerdo entre industria, gobierno y sociedad sobre las técnicas apropiadas de tratamiento y los lugares para su depósito. Tal acuerdo ya ha sido alcanzado en algunos países, aunque no en todos los relevantes.

### Ciclo del combustible nuclear



Fuente: Asociación Mundial de la Energía Nuclear

## 2.3 ¿Quién debe participar de la responsabilidad ambiental?

Como personas que deberían participar de la responsabilidad ambiental incluimos a cualquiera que tenga algo que ver con el material desde el momento de la prospección, pasando por la extracción, procesado, manufactura, uso y recuperación o reciclado.

Sin embargo, profundizando en el tema, necesitamos definir los participantes de la responsabilidad ambiental, ambos los responsables y aquellos en cuyo nombre se ejerce la responsabilidad ambiental. Los productores que son usuarios intensivos de recursos y los consumidores de energía están habitualmente relacionados en la etapa previa a la utilización del producto en su ciclo de vida y a menudo han participado de la responsabilidad ambiental.

Una situación diferente existe con los sistemas de extensión de la responsabilidad del productor (EPR) que se han impuesto en algunas jurisdicciones, sobre todo en Europa, Japón y Corea. Bajo un régimen EPR, la responsabilidad de gestionar los impactos sociales y ambientales de un producto o servicio está asignada únicamente a un participante en el ciclo de vida, normalmente el que pone el producto en el mercado. La característica diferencial de los esquemas EPR es la obligatoriedad de su naturaleza en comparación con los esquemas voluntaristas de responsabilidad ambiental del producto. La mayoría incluyen un requerimiento legislado para que los productores bien retiren los productos al final de su vida útil o asuman responsabilidad de alguna otra manera, por ejemplo, mediante pago para los esquemas de reciclaje. La reconocida ventaja de nombrar una única entidad como responsable es que cuando todos los participantes están involucrados hay riesgo de que nadie se involucre, cada cual esperando que sea otro el que actúe. Esto se conoce, más generalmente, como “la tragedia de los comunes”.

Un enfoque compartido es preferible para la responsabilidad ambiental, por el cual se intente construir un compromiso a lo largo del ciclo de vida, incluyendo a proveedores y consumidores. Bajo un esquema más amplio de responsabilidad del producto se pone un particular énfasis en la cooperación y colaboración entre estos otros interesados (socios) que comparten la responsabilidad. Esto implica no sólo los consumidores (de los que uno podría esperar uso responsable y gestión de los desechos) sino también las empresas de reciclaje o gestores de residuos que tratan con estos productos al final del ciclo.

## 2.4 Co-regulación

Las acciones de la industria para gestionar los residuos y otros impactos ambientales de sus productos pueden variar en una secuencia desde las voluntarias hasta los enfoques absolutamente regulados. Mientras que los esquemas de responsabilidad ambiental voluntaria del producto pueden conseguir en sus iniciativas la participación de la mayoría del sector, siempre habrá algunas empresas que no participen voluntariamente y (puesto que supone cierto costo la adhesión al esquema) estas compañías podrían por tanto ganar una injusta ventaja en el mercado. Tales consideraciones han dado ímpetu a un enfoque que es bastante apoyado por la industria en Australia, iniciativas voluntarias del sector basadas en una trama regulada y segura que capture los que no se impliquen. Este enfoque es conocido como co-regulación.

Un ejemplo de esquema de co-regulación es programa de Gestión Ambiental del Aceite dirigido a recuperar lubricantes y aceites, que se lleva a cabo conforme al Commonwealth Product Stewardship (Oil) Act 2000 para la recuperación y el reciclado de lubricantes y aceites usados.

Los sectores de las televisiones y de los neumáticos se han acercado a los gobiernos australianos para desarrollar una “trama regulada y segura” que asegure un nivel en el

terreno de juego al requerir similares resultados de los no participantes en los esquemas de un sector voluntario. El mismo motivo condujo al desarrollo de Las Medidas de Protección del Medioambiente Nacional (NEPM) para los Materiales de Envases Usados que son la base del voluntario Pacto Nacional sobre Envases.

La preocupación sobre el uso del cianuro de sodio en la industria internacional del oro ha llevado al desarrollo de un código voluntario de la industria para la gestión de esta sustancia altamente tóxica. El Código Internacional para la Gestión del Cianuro en la Fabricación, Transporte y Uso del Cianuro en la Producción de Oro se desarrolló por un grupo de participantes diverso bajo los auspicios del Programa Medioambiental de las Naciones Unidas y el ICMM. El código, localizable en <http://www.cyanidecode.org/>, está gestionado por el Instituto Internacional para la Gestión del Cianuro. El Instituto promueve el Código entre todos los participantes e insta a la industria para su adopción y así proteger a las personas y al medioambiente. En la mayoría de países la gestión del cianuro es objeto de regulaciones ambientales que, junto con la iniciativa de la industria, proporcionan co-regulación.

Otros sectores han abogado por esquemas de co-regulación, notablemente mediante el trabajo del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). Un ejemplo en el sector de los minerales es el Proyecto sobre Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible. Este proyecto precedió la formulación del estatuto por la sostenibilidad de la industria minera. La WBCSD fue creada para coordinar las aportaciones de la industria mundial a La Cumbre de la Tierra de 1992 en Río. Fomenta el desarrollo sostenible y ha administrado elementos en sus áreas de programa principales de eco-eficiencia, responsabilidad social corporativa y responsabilidad sobre la transparencia.

## 2.5 Participación de organizaciones no gubernamentales

Las corporaciones industriales o las empresas individuales pueden establecer grupos consultivos para hacer recomendaciones sobre proyectos concretos, para dar consejos durante el proceso, para criticar un informe anual sobre medioambiente o, en un creciente número de casos, para proporcionar certificaciones como terceros sobre las operaciones de las compañías. La consulta con las organizaciones no gubernamentales (ONGs) asegura la recepción de propuestas desde un punto de vista externo a la comunidad profesional. En general, las ONGs son más cautelosas en sus evaluaciones sobre los riesgos y menos optimistas sobre los beneficios. Mediante su participación en consultas detalladas, las compañías reciben advertencias sobre las probables reacciones de la comunidad ante sus presentes y futuras operaciones.

A cambio de su participación y contribuciones, las ONGs obtienen mejor información y son animadas a continuar con su participación (la cual es generalmente voluntaria y sin ánimo de lucro) en nombre de sus comunidades, cuando las compañías escuchan sus recomendaciones.

Las organizaciones industriales y las compañías mineras individuales también pueden establecer grupos consultivos o involucrar a las ONGs de otras formas. Por ejemplo, el Consejo de Minerales de Australia también cuenta con representación de las ONGs en su Grupo de Asesoramiento Externo.

Los departamentos del gobierno australiano y las agencias reguladoras mantienen continuas consultas con las ONGs. Las comunidades basadas en ONGs a menudo cuentan con un interés especial en el medioambiente, mientras que las ONGs industriales están normalmente centradas en su sector.

## 2.6 Reguladores internacionales

Australia ha ratificado todos los convenios internacionales que demandan la eliminación de ciertos productos químicos y sus residuos para limitar su impacto sobre la salud y sobre el ambiente. Estos convenios, gestionados por varias agencias de las Naciones Unidas, son los agentes reguladores para la gestión de las sustancias químicas en Australia.

Quizás una de los más importantes, al menos para la industria química, es el Convenio de Basilea, que persigue por una parte la implementación de las condiciones legales, institucionales y técnicas, para conseguir una gestión sensata de los residuos peligrosos desde su generación hasta su eliminación. Esto implica una gestión lo más próxima posible en origen y actuar contra los envíos internacionales. Existe una delgada línea entre productos y residuos, por eso la industria necesita darse cuenta de que los residuos que contienen metales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo (VI), cobre, mercurio, selenio, telurio, talio y zinc) o sus compuestos están sujetos al convenio.

El siguiente en relevancia es el Convenio de Róterdam, cuyo objetivo es regular y controlar el comercio de sustancias peligrosas. Otorga a los países importadores la potestad para decidir qué productos químicos desean recibir y excluir aquellos que no pueden gestionar de manera segura. Esto significa que la exportación de un producto químico sólo puede realizarse con el consentimiento previo del importador. Aún no realizándose ningún comercio, los requerimientos para un etiquetado con información sobre potenciales efectos ambientales y sobre la salud promueven el uso seguro de estos productos químicos. La mayoría de las sustancias enumeradas en el convenio son productos químicos orgánicos, aunque el mercurio, el amianto, el tributyltin y sus compuestos también aparecen referidos.

El Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a nivel Internacional (SAICM) es un marco político para la actuación internacional sobre los peligros químicos que fue acordado en un congreso internacional celebrado en febrero de 2006 bajo los auspicios de las Naciones Unidas. La definición de "productos químicos" es muy amplia y podría incluir algunos productos minerales.

Otros dos convenios que tienen menos relevancia directa para la industria minera son el Protocolo de Montreal (para el Convenio de Viena) para la protección de la capa de ozono y el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. Ambos convenios tratan de los productos químicos orgánicos, y su implantación en Australia está en marcha. La mayoría de la gente estará familiarizada con la retirada progresiva de los CFCs y otras sustancias relacionadas de acuerdo con el Protocolo de Montreal. El Convenio de Estocolmo es de menos reconocida relevancia. Las emisiones no intencionadas de sustancias como el policlorodibenzo-dioxinas / -furanos y el hexaclorobenceno durante el procesamiento de minerales, se trataron en el convenio (y en el Plan Nacional de Implementación australiano) que demanda su minimización o eliminación. Se incluye al final de este manual enlaces de Internet sobre estos convenios.



## 3.0 DEFINIR EL CICLO DE VIDA DE LOS MINERALES

Un conocimiento sobre el ciclo de vida de una industria es un requisito principal para la responsabilidad ambiental. Una evaluación del ciclo de vida es extremadamente valiosa para avalar la toma de decisiones. Para realizar tal evaluación una compañía necesita examinar cada paso en el ciclo de vida de un producto, incluido aquellos que son fáciles de pasar por alto, como por ejemplo el destino de un producto después de su vida útil.

Como es típico, estos pasos incluirán la extracción y el procesamiento de los materiales; su fabricación, transporte y distribución, uso, reutilización, mantenimiento; reciclado y eliminación final.

La eliminación final puede subdividirse para incluir: enterramiento de los residuos, almacenamiento seguro, incineración o dispersión en el ambiente. Cuando se identifica cada paso de esta forma, el punto de atención se centra en el uso que el sujeto hace de los recursos (incluido agua, aire y energía), su impacto actual o potencial en el ambiente y tales factores como son la eficiencia y la salud y seguridad de los empleados.

La Sociedad de Toxicología y Química Ambiental define “evaluación del ciclo de vida” (LCA), a veces llamado análisis del ciclo de vida, como:

“... un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando la energía y los materiales utilizados y los residuos liberados al medio, para medir el impacto de esa utilización y esa liberación de la energía y los materiales sobre el medio, y para evaluar y poner en práctica mejoras ambientales. La evaluación incluye el ciclo de vida completo del producto, del proceso o actividad...” (Fava y otro, 1991, p. 1).

La LCA es por tanto el proceso de cuantificar los impactos ambientales de un producto “de la cuna a la tumba” y puede proporcionar resultados cuantitativos mediante los cuales medir el progreso, como las reducciones de energía a lo largo de un proceso de producción.

El ciclo de vida de un producto puede expresarse en un diagrama, como el ideado para el programa Green Lead (ver el estudio de caso en la Sección 3.1).

Los componentes principales de un ciclo de vida son:

- Los principales sectores en el ciclo de vida de los productos—cada sector es responsable de la responsabilidad ambiental de su propio sector y le corresponde la responsabilidad ambiental del producto en tanto se mueve por el ciclo de vida.
- Cada sector está conectado por un enlace de transporte—la cadena de custodia entre los sectores tiene que incorporarse a la agenda de responsabilidad ambiental del producto (ver el estudio de caso RightShip).
- Cada sector tiene su propia (posiblemente única) interacción potencial con la gente y el planeta y, al mismo tiempo, es parte de un enlace común con los otros sectores en el ciclo de vida del producto.
- Los outputs (flechas que apuntan desde el ciclo de vida hasta la tierra) en y entre cada sector del ciclo de vida representan los impactos que el producto pudiera tener en la biosfera. Estos impactos podrían ser el resultado del producto mismo (como el plomo) o del procesamiento del producto (como los gases de efecto invernadero o los residuos).

- Los inputs (flechas desde la tierra hasta el ciclo de vida) representan la “contribución de la biosfera” al movimiento del producto a lo largo del ciclo de vida—estas “contribuciones” podrían ser recursos, energía o agua.

Idealmente, una vez que los metales traspasan la boca de la mina deberíamos verlos actuar en bucles cerrados, lo que supone fabricación, uso y reciclaje. Es esos casos, la responsabilidad ambiental debe asegurar que se contienen los metales. Sin embargo, algunos usos de los metales son dispersivos, por ejemplo aquellos que emplean óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), y por su naturaleza no permiten su recuperación ni reciclaje. En estos casos la responsabilidad ambiental implica la reducción progresiva de estos materiales de las aplicaciones dispersivas, allí donde se haya establecido peligro.

**Figura 2: Componentes principales del ciclo de vida de un producto**



Fuente: [www.greenlead.com](http://www.greenlead.com)

El resultado del Ciclo de Vida de un Producto (LCA) puede ser contra-intuitivo, puesto que el análisis recoge factores que no son considerados en razonamientos habituales. Estos suelen estar más influenciados por sólo un (aunque muy visible) paso o impacto ambiental en el ciclo de vida.

Por ejemplo, los cada vez más altos consumos de energía y emisiones de gases invernadero para la producción de aluminio y otros metales ligeros, en comparación con el hierro y el acero, pueden resultar altamente compensados por la mejor eficiencia de los combustibles al utilizar los automóviles metales más ligeros. Los estudios sobre el LCA han mostrado una reducción de 20 kilogramos del equivalente a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>-eq) en emisiones de gases invernadero sobre el ciclo de vida de un automóvil por cada kilogramo de aluminio utilizado. Igualmente, ha quedado demostrado con la utilización de acero en diseños inteligentes de menor peso.

En la industria minera, la responsabilidad ambiental incluye la gestión de restos de rocas y escorias, en cuidadosos emplazamientos para asegurar la contención contra emisiones nocivas y para su posible reutilización como futuros recursos. Tal gestión ambiental del ciclo de vida “de la cuna a la tumba” es una extensión de la actual responsabilidad ambiental del sector del mineral respecto a la gestión del agua, la tierra y el ecosistema y en colaboración con la sociedad. La industria minera se puede esperar presiones del mercado para la obtención de unos productos más respetuosos con el medioambiente. Parte de la presión se espera que llegue de compañías que realizan evaluaciones del ciclo de vida de los minerales y metales que compran.

El LCA es una herramienta de gestión medioambiental en la serie ISO14040 que ha encontrado particular acogida entre una amplia gama de industrias. Las empresas que adoptan el LCA aceptan su papel como “administrador de materiales” para el medioambiente. Al decidir cómo minimizar los impactos ambientales, a estas compañías se les exige considerar el ciclo de vida al completo de los materiales que ellos manejan.

Esto significa que, más que meramente identificar los peligros potenciales de un proceso o una fase, la compañía considerará los peligros potenciales que provengan de cada una de las actividades de la cadena de suministro, a ambos lados hacia arriba y hacia abajo. Los resultados de estos análisis pueden por tanto ponerse a disposición de los usuarios de ambos lados de la corriente para que evalúen si es ambientalmente responsable relacionarse comercialmente con cualquier otro usuario en la cadena de suministro. Más significativamente, los contribuyentes del LCA pueden modificar sus propios procesos para facilitar la minimización de los residuos, la reutilización o el reciclaje en una posterior etapa.

Algunas compañías mineras han empezado a integrar el LCA en sus sistemas de gestión ambiental aunque, en general, las simpatías de la industria hacia el LCA están mezcladas. A pesar de la existencia de unos estándares internacionales ISO 14040–14043 para los procedimientos LCA, persiste una necesidad de estandarizar aún más su metodología, particularmente en relación con alcance del estudio (qué partes del ciclo de vida se estudian y qué impactos ambientales se consideran) y a las categorías de impactos ambientales a considerar.

Un ejemplo de propuesta desequilibrada sería si a algunos participantes se les forzara a aceptar obligaciones antieconómicas por culpa de la pobre actuación de otros que pudieran estar involucrados en el ciclo de vida. Es en el interés de la industria minera participar en darle forma a la responsabilidad ambiental de los materiales puesto que la forma resultante determinará las responsabilidades de las empresas y los profesionales en los daños al medioambiente, y determinará los pasos que tendrán que tomar los profesionales evaluados en riesgo.

Si la responsabilidad ambiental es vista como una iniciativa voluntaria de sostenibilidad corporativa basada en el reparto de la responsabilidad, el LCA a lo largo de la cadena de suministro puede proporcionar una imagen más clara de lo que sucede. Ayudará a identificar los factores que contribuyen al daño potencial para que esos procesos puedan modificarse apropiadamente para un mejor resultado. Se puede encontrar más información sobre el LCA en el Apéndice A de este manual.

El marco del Valor Perdurable incluye los Principios y Elementos adoptados por el ICMM y las notas que se acompañan de ayuda sobre la implementación, que se pueden utilizar para desarrollar prácticas más sostenibles como parte de un enfoque de ciclo de vida.

**Table 1: Enduring value: Principles and elements for a life cycle approach**

ICMM Principio/ Orientación Elemento	Descripción
<b>Principio 8</b>	Facilitar y promover un diseño responsable de los productos, así como el uso, reutilización, reciclaje y eliminación de los mismos.
<b>Elemento 8.1</b>	Compresión avanzada de las propiedades de metales y minerales, así como los efectos de su ciclo de vida sobre la salud de las personas y el medioambiente.
<b>Orientación</b>	Donde corresponda, apoyar la investigación para mejorar el conocimiento de los efectos del ciclo de vida de los productos con metales y minerales sobre la salud de las personas y el medioambiente. Vigilar y revisar los impactos de exploración y operación sobre la salud de los empleados, la comunidad y el medio, teniendo en cuenta los avances en la comprensión de lo relativo al ciclo de vida (ver elementos 1.4, 2.4, 4.1, 6.1, 7.2, 7.3, 8.3).



## 4.0 CONCEPTOS Y PRÁCTICAS DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Las nociones sobre la responsabilidad ambiental y su aplicación a la minería y los minerales son todavía relativamente novedosas y emergentes. Se pueden encontrar en la literatura diferentes interpretaciones, aunque tal diversidad puede ser útil para implementar el concepto en diferentes campos de la industria. En general, la responsabilidad ambiental es un programa integral de acciones encaminadas a asegurar que todos los materiales, procesos, productos y servicios se producen, consumen y eliminan a lo largo de su ciclo de vida de una manera social y ambientalmente responsable.

Aunque las definiciones que se aplican a varios aspectos de la responsabilidad ambiental están todavía sujetas a debate (las definiciones son en cierta forma imprecisas y hay cierto solapamiento), es conveniente utilizar un marco que permita a los conceptos de mayor aplicación ser fácilmente reconocibles por los diferentes participantes en el ciclo de vida. Estas propuestas se levantan una sobre otra y no se pretende que sean mutuamente excluyentes. Proporcionan un punto de partida para los operadores, en diferentes etapas del ciclo de vida de la minería y el mineral, que desean incorporar la responsabilidad ambiental en sus operaciones. La responsabilidad ambiental de los recursos se inicia de forma más lógica desde el nivel de la mina, la responsabilidad ambiental del proceso desde el nivel de procesamiento de los minerales y la responsabilidad ambiental del producto por los usuarios de los minerales y metales primarios.

**Figura 3: Modelo de responsabilidad ambiental de los materiales**



### 4.1 Responsabilidad ambiental de los materiales

La responsabilidad ambiental se centra en la gestión de los flujos de recursos materiales, que la industria minera denomina “materiales”. Estos materiales incluyen la cubierta del yacimiento, el mineral, la ganga y las rocas, así también los materiales y productos químicos utilizados para la extracción y el procesamiento, como son los explosivos, reactivos y combustibles. Además, como materiales incluimos agua y energía, ambos contribuyentes vitales para las operaciones de minería y minerales.

Con la aplicación de la definición genérica de responsabilidad ambiental de materiales al caso específico de los minerales se unifica el ciclo de vida completo del un mineral. La responsabilidad ambiental de materiales tiene que ver con el conocimiento de los riesgos que un mineral, bien directamente o de cualquier forma procesado, puede representar para la población o para el medio, en cualquier etapa o bajo cualquier forma durante el ciclo de vida de ese mineral. La responsabilidad ambiental de los materiales requiere de un buen conocimiento de la toxicidad ambiental y humana del mineral (y el metal), además de la bio-disponibilidad del material, dependiendo de cual sea la especiación del mineral. La gestión ambiental de los materiales puede además identificar usos inapropiados de un mineral que pudiera causar serio daño a las personas o al medio si no se gestionase apropiadamente.



Mientras que correctamente se presta considerable atención a los aspectos ecológicos de la responsabilidad ambiental, los aspectos de la salud relacionados con las actuaciones de minería y minerales son también componentes vitales de las iniciativas de responsabilidad.

En este contexto, el Portal para la Gestión del Riesgo en la Industria de Minerales (MIRMGate) proporciona como ejemplo de comunicación entre la industria un *leading practice* con el fin de reducir al mínimo los riesgos en el puesto de trabajo. Es importante resaltar que las herramientas para la gestión ambiental que proporciona la norma ISO 14000 no incluyen un número cuantitativo de objetivos que pudieran ser de ayuda a los gestores para evaluar el éxito de un programa administrativo. De particular inquietud es la limitada utilización de lo que se conoce como indicadores de la situación ambiental, que medirían los impactos actuales sobre la salud humana (como los niveles de plomo en sangres) o sobre el medioambiente (como la cantidad de sedimentos en una corriente o el recuento de la biodiversidad).

### **Estudio de caso: Portal para la Gestión del Riesgo en la Industria de Minerales**

El Portal para la Gestión del Riesgo en la Industria de Minerales defiende la identificación de los peligros y la gestión del riesgo en las operaciones de minería y minerales. La página web está gestionada por el Centro de Seguridad y Salud de la Industria de Minerales (MISHC), que depende del Instituto de Minerales Sostenibles de la Universidad de Queensland en Brisbane.

El MIRMGate es un apoyo para los usuarios, un recurso valioso para la toma de decisiones en la industria de la minería y los minerales. Ofrece información práctica cuidadosamente seleccionada para la comprensión, análisis y control de los riesgos de la industria desde la exploración pasando por el procesado de los minerales.

Fue puesta en marcha en marzo de 2004 con el ánimo de ayudar a los usuarios a identificar los peligros a través del ciclo de vida completo de las operaciones de minería y minerales, además de para animar a la colaboración y al intercambio de conocimientos entre el sector de los minerales, gobiernos, instituciones, organizaciones y compañías.

La MIRMGate fue inicialmente fundada por los gobiernos estatal y regionales con la buena ayuda práctica de las agencias gubernamentales. Los fondos para su desarrollo posterior fueron aportados por la industria de minerales australiana, inicialmente por compañías individuales y actualmente mediante el Consejo de Minerales de Australia. El ICMM proporcionó apoyo adicional durante 2005 y 2006, reconociendo así el potencial de la MIRMGate para jugar y papel decisivo en el fomento de la evolución de la industria, de las relaciones entre comunidades y de los acuerdos reguladores por todo el mundo. Los fondos del ICMM han servido para adquirir mejores equipos y desarrollar recursos globales, para aumentar la conciencia internacional y el uso del portal, además de proporcionar ayuda editorial a nuevos recursos participantes en el portal.

El número de recursos globales a incorporar en 2005 excedió en más del tripe los objetivos marcados y los de 2006 se vieron sobrepasados a mitad de año. Con todo, más de 850 registros de nuevos recursos globales y más de 250 registros de nuevas lecciones de aprendizaje globales se han incorporado como resultado de los fondos del ICMM. Como contribuyentes se incluye a miembros del ICMM, reguladores de seguridad y salud de Canadá, la Unión Europea, Sudáfrica, Estados Unidos, la Organización Internacional

del Trabajo y la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (OGP). Se realizaron casi 27000 visitas a la página web en 2005 y, con 7000 visitas en enero de 2006, se espera que esa cifra se vea superada en 2006.

Los recursos de la MIRMgate se clasifican en tres áreas para ajustarse a las actividades de asesoramiento llevadas a cabo en la web: pertinencia con la identificación del peligro, análisis del riesgo e identificación del control adecuada. La MIRMgate también proporciona una creciente fuente de información sobre lecciones aprendidas de incidentes en la industria, además de innovaciones reconocidas por la industria que potencialmente ayudan a reducir el riesgo. Cada cuarto de hora se envía actualizaciones de la MIRMgate a los miembros del ICMM. Para más información sobre MIRMgate, consultar su página en Internet <<http://www.mirmgate.com>>.

La administración del riesgo a menudo incluirá la exposición reducida a los peligros en el lugar de trabajo y más en general a través de los vertidos al medio, proporcionando una sinergia con la intención de mejorar la gestión ambiental en cada fase del ciclo del mineral.

La responsabilidad ambiental de los materiales requiere de un buen sistema de seguimiento para permitir a los administradores de un mineral en particular saber cómo se está usando y en qué productos se emplea. En la mayoría de los casos se producirá un solapamiento con las iniciativas emprendidas por los responsables de la responsabilidad ambiental del producto, como se puede ver en el estudio de caso Green Lead™.

### **Estudio de caso: Green Lead™ (Plomo verde)**

El proyecto Green Lead™ trata de minimizar el riesgo de daño para las personas y el medio en caso de una exposición al plomo en cualquier momento del ciclo de vida de las baterías de plomo y ácido (LABs)—desde la extracción del plomo primario hasta el reciclado y producción de plomo secundario a partir de las baterías de plomo y ácido. Está basado en un modelo de responsabilidad ambiental del producto que incluye la responsabilidad compartida sobre plomo a lo largo de su ciclo de vida. Aunque hemos de reconocer que hay otros (y a veces más dispersos) usos para el plomo, este fue el primer intento por parte de la industria minera de establecer un programa de responsabilidad ambiental y se decidió centrarse en el principal (en torno al 80 por ciento) uso del plomo—las baterías de plomo y ácido (LABs).

La iniciativa Green Lead™ se concibió en BHP Billiton Cannington, la mina productora de plata y plomo más grande del mundo, al noroeste de Queensland. Desde entonces se ha desarrollado hasta el Green Lead™ Consortium que engloba a contribuyentes de importantes empresas mineras de plomo australianas—BHP Billiton, Zinifex, Xstrata y Australian Refined Alloys. El consorcio también incluye a algunas compañías internacionales, asociaciones de la industria y de los electrodomésticos, además de a organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales incluido el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP), la Secretaría del Convenio de Basilea, el Fondo Común para los Electrodomésticos, el Grupo de Estudio Internacional del Plomo y el Zinc, la Organización de Investigación Internacional del Plomo y el Zinc, el Centro Internacional para la Gestión del Plomo, el Consejo Internacional para la Minería y los Metales, la Asociación Internacional para el Desarrollo del Plomo, Britannia Refined Metals,

Anglo American, Falconbridge, Philippines Batteries International, el Ramcar Group of Companies, Oriental & Motolite y Ford Motor Company.

Lead Management Centre, International Council for Mining and Metals, Lead Development Association International, Britannia Refined Metals, Anglo American, Falconbridge, Philippines Batteries International, the Ramcar Group of Companies, Oriental & Motolite and Ford Motor Company.

Son bien conocidas las consecuencias de toxicidad que provoca el plomo sobre el medio y las personas. Como resultado, en algunos países, el plomo ha sido eliminado gradualmente de algunos productos como pinturas para viviendas y combustibles para automóviles. Dinamarca por ejemplo ahora sólo permite el plomo en baterías y placas de rayos X.

En Australia y algunos otros países, se han puesto en marcha regulaciones estrictas, incluida una prohibición en convenio de Basilea, sobre los envíos internacionales de residuos peligrosos incluido el plomo de la UE (Unión Europea) o de países OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) hacia otros no UE u OCDE. En Europa, las leyes de extensión de la responsabilidad del productor tendrán efectos determinantes sobre los productores de plomo y los fabricantes de baterías.

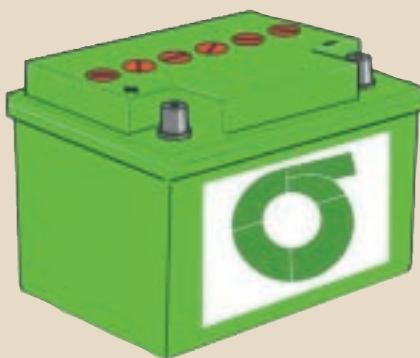
El Green Lead™ Consortium ha estado desarrollando una serie de protocolos y directrices que si se cumplen van a minimizar el riesgo de la exposición al plomo sobre las personas y el medioambiente. Sobre finales de 2005 el consorcio también desarrolló una herramienta "Green Lead™" de asesoramiento para informar donde se encuentren las instalaciones sobre el ciclo de vida de las baterías y sobre los protocolos Green Lead™. La herramienta de asesoramiento está siendo probada en las instalaciones de fabricación y reciclado de baterías de El Salvador; en las minas de plomo, fundiciones y plantas de reciclado en Australia; y en plantas de fabricación y reciclado de baterías en Filipinas.

Además, la herramienta de asesoramiento también se probó en los enlaces de transporte que unen los sectores, incluidos Mitchell Logistics (carretera) y Queensland Rail (ferrocarril).

Una vez que las pruebas con la herramienta de asesoramiento hayan finalizado, se establecerán un esquema de certificación Green Lead™ y una organización de gobierno asociada a la Green Lead™ para facilitar a terceras personas la verificación del funcionamiento.

La capacidad de la industria del plomo para elevar su contribución al desarrollo sostenible descansa firmemente en su capacidad para comprender e implementar los principios de responsabilidad ambiental de los productos.

**Una vez que el programa Green Lead™ para LABs esté asentado, el programa se extenderá a todos los usos del plomo.**



Fuente: [www.greenlead.com](http://www.greenlead.com) y Roche & Toyne (2004)

El estudio del caso de Fuji Xerox muestra que además de sus beneficios sociales y ambientales, una responsabilidad ambiental tiene sentido para los buenos negocios. La implementación de este cambio de mentalidad depende de todos los participantes en el ciclo de vida del producto o servicio que asumen responsabilidad directa sobre sus acciones y una responsabilidad compartida con los clientes, proveedores y otros participantes a lo largo del ciclo de vida del que son parte. El estudio del caso incluye la fabricación y reciclado de piezas para fotocopiadoras. Un bucle directo y cerrado como es éste no suele encontrarse cuando existen múltiples usuarios de los productos de la compañía, como en la industria minera, aunque el ejemplo de Green Lead™ ilustra las posibilidades respecto a esos casos.

### Estudio de caso: Fuji Xerox Australia

Muchos lectores sabrán que los cartuchos de tóner de sus fotocopiadoras se pueden entregar para reciclarlos, pero la mayoría no sabrá que Fuji Xerox Australia (FXA) lleva recuperando un amplio surtido de piezas y equipos desde la década de 1960. La planta de eco-fabricación que la compañía tiene en Sydney en el barrio de Zetland realiza una actividad, que es punto de referencia mundial, donde las partes usadas o los componentes se dejan "como nuevos" o se reconstruyen con una calidad superior. Un nuevo centro se ha inaugurado en Tailandia.

Cualquier componente que presente fallos de funcionamiento está sujeto a un análisis a modo de fallos para identificar las razones de su mal funcionamiento. En un programa relacionado, las oportunidades para ampliar la vida de un producto dependen del análisis de firma que ayuda al FXA a determinar el tiempo de vida que le queda a una pieza por comparación con la "firma" que pueda presentar una pieza nueva. La información extraída de ambos programas retroalimenta el trabajo de los ingenieros de diseño para la próxima generación de productos. Con el reciclado en mente, la recuperación de las piezas es un criterio clave para el diseño del producto, teniendo en cuenta la facilidad del despiece y la reciclabilidad de las piezas y los materiales.

Aunque la fabricación inicial tuvo lugar fuera de Australia, el desmontaje y el reciclado sí comenzaron en Australia. En 1997 FXA reutilizó más de 2600 aparatos y 28 000 cartuchos. En estos momentos la eco-fabricación proporciona el 65 por ciento (del valor) de los recambios y consumibles en Australia. Se recicla aproximadamente el 90 por ciento de los residuos generados en el proceso de reutilización, evitando así la necesidad de enviar 600 toneladas de residuos al vertedero cada año. Al no tener que comprar tanto material nuevo, el ahorro de FXA aumentó desde los \$8 millones en 1996 hasta los \$25 millones en 2000 aproximadamente. Los clientes también se han beneficiado de la reducción de precios y de la necesidad de deshacerse ellos mismos de los materiales. La empresa lleva a cabo un esquema de recuperación para maximizar el impacto de su operación de reutilización.

En 2004 el reciclado de aparatos se centralizó en Tailandia, donde también se reciclaron o reutilizaron 100 000 cartuchos para el operador australiano. En Zetland, el centro de eco-fabricación actualmente produce unos 300 000 componentes reutilizables cada año, que junto con la actividad de la planta tailandesa proporcionan productos reutilizables o reciclados por alrededor del 70 por ciento de los repuestos de Australia. En 2005, Zetland produjo en la actividad australiana un ahorro de \$21 millones, crecieron las exportaciones hasta los \$6 millones (desde los \$800 000 en 2001) y desvió 771 toneladas del vertedero.

Inicialmente, FXA actuaba en un mercado donde ni el gobierno ni la comunidad ejercían mucha presión para las iniciativas ambientales como la reutilización y al principio los consumidores recibieron los productos refabricados con escepticismo. Sin embargo, el creciente aprecio por la propuesta junto con la calidad de los productos está ayudando a asegurar el éxito de la iniciativa de FXA.

Para más información sobre este proceso, consultar la página <<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/xerox-def.html>>.

“Lo que es bueno para el medioambiente es bueno para los negocios”, dijo el entonces Director de FXA Graham Gavanagh-Jones.

### **Eco-eficiencia**

Para el procesamiento de la minería y los minerales se pueden exponer más a fondo los principios de eco-eficiencia del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD):

- reducir la intensidad de los materiales de productos y servicios—esto se puede conseguir mediante la mejor utilización de los recursos, la reducción de los residuos de los procesos y la reducción del consumo de agua
- reducir la intensidad de la energía en productos y servicios—esto se puede ampliar para también reducir las emisiones de gases invernadero
- reducir la dispersión de los materiales tóxicos—esto requiere de un mejor control de los pequeños componentes y de los materiales tóxicos (WBCSD, 2000; DeSimone y Popoff, 1997).

La Eco-eficiencia se basa fundamentalmente en el principio de “hacer más con menos”, es decir, producir más valor de negocio con los mismos o menos recursos. Es esencial una estrategia de mejora continua que se pueda aplicar a cualquier sector industrial. La Tabla 2 proporciona algunos ejemplos de eco-eficiencia.

**Tabla 2: Ejemplos de Eco-eficiencia** (van Berkel, 2005)

Tema de Eco-eficiencia en el procesamiento de minerales	Ejemplo
Utilización efectiva de los recursos y eficiencia de los materiales	Tiwest introdujo la recuperación de rutilo sintético para recobrar rutilo sintético sin reaccionar y coque de petróleo, además de reducir la generación de unas 12 toneladas de residuos al año.
Reducción de los residuos de un proceso y realce de los valores de un co-producto	Bluescope Steel instaló una planta Ecocem de triturado para recuperar 300 kilotoneladas al año de escoria granulada de altos hornos para uso como sustituto del cemento de baja intensidad.
Reducción del consumo de agua y sus impactos	Newmont instaló un espesante de pasta para ahorrar agua, reducir la pérdida de cianuro, mejorar la recuperación de oro y mejorar la colocación y el volumen de los desechos.
Reducción del consumo de energía y de la emisión de gases invernadero	Iluka Resources instaló un innovadora caldera para recuperar las emanaciones de calor en su planta de rutilo, para generar energía y eliminar la necesidad de una torre convencional extractora de aire contaminado.
Mejor control de la dispersión de elementos pequeños y tóxicos	The Alcoa Portland en su proceso quema materiales carbonatados, funde materiales refractarios en escoria inerte y recupera fluoruro, como el fluoruro de aluminio para reutilizar en la fundición.

## 4.2 Responsabilidad ambiental de los recursos



La responsabilidad ambiental de los recursos se extiende sobre la vida del depósito de recursos para que su extracción genere los máximos beneficios. Por razones económicas obvias, la primera consideración es maximizar la recuperación de la mena, los minerales y los metales que se contienen. Sin embargo, la responsabilidad ambiental se puede extender hasta otros materiales que se utilizan para extraer la mena, como es la ganga, la vegetación, los restos de roca y los co-productos que la mena extraída contiene.

Esta propuesta de administrar los recursos en la industria minera es una fórmula comunitaria e inter-generacional de maximizar los beneficios de los recursos naturales acumulados (depósitos y yacimientos).

Se pueden considerar por separado dos aspectos en la responsabilidad ambiental de los recursos—hacer uso de parte de los recursos que podrían de otra forma desperdiciarse y posiblemente convertirse en contaminantes ambientales, y producir más productos de los recursos mejorando las actuaciones.

## **Sinergia del subproducto**

Las sinergias del subproducto contemplan el uso de subproductos obtenidos previamente mediante una operación que se utilizan como aporte para otra operación, por tanto sustituyendo a otras aportaciones del negocio (van Berkel, 2006).

Es una aplicación específica de lo que también se conoce como ecología industrial o simbiosis industrial. El subproducto (sólido, líquido o gaseoso) se puede originar en las operaciones de un proceso (por ejemplo, en el procesado de los residuos o desechos de una operación) o en operaciones sin proceso como el mantenimiento, almacenamiento o administración. La fuerza impulsora para el intercambio de recursos podría ser la recuperación de materiales específicos, de la energía o del agua contenida en el flujo de los recursos.

Existen muchos ejemplos de sinergias de subproducto en las industrias de procesado de minerales, en particular en áreas industriales con concentración de operaciones de procesado de minerales, como son Kwinana (Western Australia) y Gladstone (Queensland) (Bossilkov, 2005). Alcoa utiliza el subproducto de una operación química de la cercana CSBP (el yeso) para ayudar al crecimiento de las plantas en su vertedero de residuos de bauxita en Kwinana. Los revestimientos sobrantes en la fundición de aluminio de Boyne en Gladstone, Queensland, los utiliza Cement Australia como combustible alternativo para la fabricación de cemento.

Las sinergias de los subproductos también se pueden realizar en la minería y en operaciones individuales. La fundición de sílica de Simcoa en Kamberton (Western Australia), por ejemplo, utiliza carbón vegetal como reductor renovable y produce el carbón vegetal in situ utilizando raíces y otros desperdicios de la madera, generados en el destierro previo a la extracción de sus minas cercanas de bauxita y arenas minerales. La sostenibilidad en el proceso de fundición se consigue al utilizar las raíces como sustituto de baja intensidad de la madera aserrada en la producción de carbón vegetal mientras que, desde la perspectiva de las operaciones de minería cercanas, la gestión ambiental de los recursos se consigue encontrando un uso apropiado a las raíces y a otros sobrantes de la madera que anteriormente eran quemados sobre el terreno.

El siguiente estudio de caso describe la producción de ácido sulfúrico a partir del dióxido de sulfuro generado durante la fundición de mena sulfurosa en Mt Isa, Queensland. La sinergia de tales procesos es ampliamente reconocida en el sector de los minerales, aunque una implementación efectiva normalmente requiere de un mercado dispuesto a consumir el ácido. Si la mena se transporta para la fundición entonces el ácido se podría generar en una ubicación costera o industrial conveniente. Cuando la fundición se produce en lugares remotos, sólo la proximidad de un usuario industrial grande, como la planta fertilizadora de fosfatos Southern Cross, puede hacer que la producción de ácido resulte una operación económicamente viable.

## Estudio de caso: Xstrata copper smelter, Mount Isa Mines

Xstrata Copper está demostrando su implicación con la gestión ambiental de los materiales y la integración de sus operaciones:

- incrementando la recuperación de dióxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>) en la fundición de cobre de Mount Isa Mines y su conversión en ácido para la fabricación de fertilizantes
- optimizando el rendimiento de la planta de ácido, reduciendo así la necesidad de adquirir sulfuro suplementario
- reduciendo las emisiones de SO<sub>2</sub> y haciéndolo disponible para su transformación en ácido
- utilizando un sobrante de la Refinería de Cobre de Townville para procesar polvo precipitador electrostático (ESP), por tanto maximizando la recuperación de cobre mientras que, al mismo tiempo, crea un uso beneficioso para el sobrante, integrando las instalaciones de procesado en curso descendente con la fundición.

La optimización de la planta es un objetivo principal para una operación sostenible en la fundición de Xstrata Copper en Mount Isa Mines. Como parte del proceso de optimización, se está implementando una estrategia para mejorar la recuperación de cobre y la captura de SO<sub>2</sub>. Durante 2006, Xstrata Copper tiene el objetivo de incrementar del 80 por ciento al 95 por ciento la captura de emisiones de SO<sub>2</sub> de la fundición de cobre. El sulfuro de dióxido se produce a partir de la fundición de menas con concentración de cobre y se utiliza para fabricar ácido sulfúrico en la planta de ácido adyacente de Southern Cross Fertilisers.

La fundición de cobre se fundó en 1953 se ha ido expandiendo progresivamente hasta producir aproximadamente 240 000 toneladas al año de ánodo de cobre por medio de un proceso que incluye un horno ISASMELT, un horno de mantenimiento rotativo (RHF), cuatro convertidores Pierce-Smith y un horno de ánodo. En noviembre de 2004, se aprobó una inversión de \$41 millones para aumentar la capacidad de fundición de cobre desde 240 000 toneladas al año hasta 280 000 toneladas al año. Además, a finales de 2005 se tomó la decisión de incrementar la capacidad de fundición y de refinado de cobre hasta 300 000 toneladas al año. La fundición de cobre está situada junto a la localidad de Mount Isa, que tiene una población de alrededor de 21 000 residentes. Xstrata cuenta con un centro para el control de calidad del aire (AQC), que dirige la actividad de los hornos de la compañía para asegurar que los niveles de emisión en Mount Isa permanecen en los límites ambientales para los que la compañía tiene licencia.

En septiembre de 1999, WMC Fertilisers Pty Ltd puso en servicio en Mount Isa una planta de ácido diseñada para convertir las emisiones de SO<sub>2</sub> del fundido del cobre en ácido sulfúrico. La planta de ácido está gestionada actualmente por Southern Cross Fertilizers.

La estrategia de Mount Isa Mines es la de poner en marcha mejoras en la eficiencia de los procesos para maximizar la recuperación de cobre y la captura de SO<sub>2</sub>, incluido las siguientes mejoras administrativas y técnicas.

Se estableció un equipo para la mejora de la captura de gases, con la colaboración de personal de la fundición de cobre y de la planta de ácido, además de personal de AQC, para:



- coordinar los cortes
- analizar los cambios de proceso
- revisar los flujos de gas y minimizar las pérdidas
- desarrollar un balance de sulfuro total
- reducir la necesidad de quemar sulfuro en la planta de ácido
- mejorar las comunicaciones.

Se tiene pensado sustituir el aire por oxígeno enriquecido en el horno ISASMELT durante 2006. Al no tener que introducir nitrógeno atmosférico en la fundición, los volúmenes de gas se reducirán considerablemente. Esto incrementará la concentración de SO<sub>2</sub> en los gases del proceso hacia la planta de ácido, obteniéndose así bastante más rendimiento, mientras que permitirá a la planta de ácido obtener también gas del proceso de fundición del cobre porque habrá menos demanda por la capacidad de la planta de ácido.

El diseño personalizado de los extractores sobre los conversores mejorará la captación de emisiones de gases residuales durante los ciclos de ventilación del convertidor. Este proyecto forma parte de las mejoras del sistema general de ventilación para minimizar el aire diluido que consume la capacidad de la planta de ácido

Otro ejemplo de gestión ambiental avanzada es la incorporación en 2006 de un horno para la limpieza de escoria, que permitirá producir una escoria con reducido contenido de cobre deshaciéndose de responsabilidades sin la necesidad de más transformación.

Actualmente, la escoria que tiene menor contenido en metales que la concentrada se reprocesa para recuperar el contenido en cobre, lo cual necesita más tiempo de procesado en el concentrador de cobre y en el horno del cobre, por lo cual necesita más energía.

En su camino a la planta de ácido, el proceso de desgasificación desde el ISASMELT pasa a través de un ESP para capturar el contenido de partículas conocido como "polvo". Una nueva planta para el filtrado de polvo ESP se ha puesto en servicio para recuperar el cobre del polvo. Este proceso necesita de ácido para funcionar y se ha comprobado que el ácido electrolítico sobrante de la refinería de cobre de Xstrata en Townsville podría suplir las demandas de ácido, mejor que eliminarlo. Los subproductos de la planta de filtrado de polvo ESP se neutralizan y se fijan al cemento como sucede en la mina de cobre.

Xstrata Copper entiende que la optimización de la planta proporcionará beneficios significativos por sus actuaciones en la producción y en el medioambiente. A través de buenas actuaciones sobre el medio, incluido la reducción de emisiones de SO<sub>2</sub>, la compañía podrá mantener su licencia social para operar. No sólo tiene importancia para la sociedad y para los clientes, también la tiene para los reguladores en áreas de expansión potencial que examinarán las prácticas actuales como patrón para futuras operaciones.



**Altos hornos de cobre de Xstrata en Mount Isa Mines—alto horno de cobre (chimenea en rojo y blanco) y planta de ácido (chimenea blanca)**

## Estudio de caso: Captación y utilización de metano, Anglo Coal

Los filones de hulla más profundos, particularmente los que consisten en carbón duro de coque, por lo general contienen cantidades significativas de metano. Su acumulación en las minas, donde es conocido como “grisú”, ha sido causa de muchas explosiones. Las lámparas de seguridad, de las que la más famosa fue inventada por Sir Humphrey Davy, se introdujeron para minimizar el peligro en las minas.

Por razones de seguridad, la industria minera del carbón en Australia lleva realizando desde hace mucho el drenaje de metano de las minas subterráneas con presencia de gas.

Sin embargo, ahora se sabe que el metano es también un potente gas de efecto invernadero. Tiene un potencial global de calentamiento de alrededor de 21 veces más que el dióxido de carbón y representa el 70 por ciento de las emisiones de gas invernadero de Anglo Coal Australia.

La estrategia de Anglo Coal para la disminución de las emisiones de metano engloba tres principales actividades: la mejora en la captación de metano, el desarrollo de las conducciones y la utilización en las instalaciones de la mina.

### Mejora en la captación de metano

Anglo Coal ha extendido la captación de metano mediante el desarrollo y puesta en marcha de las técnicas de perforación “de la superficie al filón”, que permiten drenar de gas los filones de hulla desde la superficie mucho antes de la extracción. Con libertad para drenar anticipadamente durante años, esta técnica mejora la recuperación y la eficiencia económica en la recuperación del metano. La tecnología se desarrolló en la mina Dawson (anteriormente conocida como Moura) que la compañía tiene en el yacimiento de Bowen Basin en Queensland, lugar donde se ha utilizado durante muchos años. La perforación al interior del filón se ha extendido hasta otras minas subterráneas de carbón de coque que Anglo Coal tiene en Queensland—Capcoal y Moranbah North.

### Desarrollo de las conducciones para la venta de metano

El acceso a las conducciones de gas supone un potencial para la generación de beneficios del metano extraído, en tanto que la consolidación de las inversiones en el drenaje del metano y la mejora en la reducción de las emisiones libres. El pronto desarrollo del drenaje de metano en la mina Dawson de Anglo Coal se vio favorecido por el acceso a las cercanas conducciones gasísticas de Gladstone.

Anglo Coal también ha mantenido interés durante muchos años en fomentar el desarrollo de las conducciones para acceder a sus minas de Moranbah North y Capcoal. Se ha construido una conducción en la mina Moranbah North que da salida al mercado del metano drenado con el método “de la superficie al filón”.

### Utilización del metano en la mina

Si no se dispone de una infraestructura de conducciones, es posible algún tipo de proyecto para la utilización del gas en las instalaciones mineras. Por ejemplo, Anglo Coal ha llegado a un acuerdo con Energy Developments Limited para la construcción de un proyecto de obtención de energía por la combustión de gas en la mina Capcoal.

Este proyecto se servirá del metano drenado en las operaciones del interior de la mina para la generación de electricidad in situ—suficiente para abastecer a una pequeña ciudad. El proyecto de 32 megavatios, consistente en 16 motores alternativos cada uno con una capacidad de 2 megavatios, ha recibido una subvención del gobierno de la Commonwealth. Su puesta en funcionamiento estaba prevista para la segunda mitad de 2006. El efecto atenuante sobre los gases de efecto invernadero del proyecto a plena capacidad será de 1.2 millones de toneladas del equivalente al dióxido de carbono al año, incluido el efecto de sustituir las emisiones de los combustibles alternativos que de otra manera se estarían consumiendo para generar la cantidad de electricidad equivalente a la suministrada para la red estatal. La cantidad de alivio es la equivalente a plantar 1.6 millones de árboles o a retirar de la circulación a 250 000 vehículos.

Los desechos de la minería, al generar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, son un ejemplo excelente de responsabilidad ambiental que beneficia al medio y a los ingresos.

### **Innovación del proceso**

La innovación del proceso tiene relevancia para la gestión ambiental de los recursos cuando resulta en la mejora de la recuperación de metales u origina una aplicación útil a minerales de baja concentración cuyo procesamiento en la actualidad no es económicamente rentable.

Australia es uno de los firmantes del Convenio de Londres (1972) sobre la Prevención de la Contaminación Marina por el Vertido de Desechos y Otras Materias y del Protocolo de 1996 para el Convenio que, más que hacer un listado de los materiales que no se pueden verter al mar (como en el Convenio original), simplemente hace un listado de siete tipos de materiales que sí se pueden verter. Para más información consultar la página <<http://www.deh.gov.au/coasts/international/pollution>>. Durante algunos años con anterioridad a esto, Pasminco (ahora Zinifex) había vertido jarosita, un subproducto de su refinería de zinc en Risdon, Tasmania. El gobierno australiano emitió su último permiso para este proceso en noviembre de 1995 hasta que finalmente cesaron los vertidos en 1997.

Un cambio en el proceso llevó a la producción de un producto intermediario, la paragoetita, que se transfiere para su reproceso al horno de plomo de Por Pirie, en South Australia. Allí sufre una extracción de metales más intensa, lo cual proporciona valor, y sus residuos son un material vídrioso inerte (Bossilkov y otro., 2005).

Con la mejora de la Mina Telfer en Western Australia, Newcrest transformó la configuración básica de la planta de procesado de una planta para oro a una planta para cobre, así que ahora por el tipo de mena extraída el oro se obtiene como subproducto a partir de la producción de cobre. El cambio supuso mayores tasas de recuperación de cobre y oro, por tanto consiguiendo un mejor uso del valor intrínseco del depósito.

Otro ejemplo de innovación en el proceso podemos encontrarlo en Hlsmelt (Río Tinto) con la reducción directa de la tecnología para fabricar hierro, que se está demostrando a escala comercial en Kwinana, Western Australia. La tecnología permite la producción de arrabio a partir de menas y gangas de baja calidad (con mucho fósforo) que son actualmente subproductos inservibles de las menas de hierro. La planta Hlsmelt también está implicada en una sinergia de subproducto puesto que utiliza el polvo de cal del horno de Cockburn Cement para su proceso de desulfurizado, produciendo un subproducto, el yeso, utilizado por Cockburn Cement en la fabricación de cemento (Van Beers y otro., 2005).

### 4.3 Responsabilidad ambiental del proceso



En la responsabilidad ambiental del proceso, la gestión ambiental se extiende sobre la operación de minería y la planta de procesado con objeto de minimizar el impacto ambiental neto de la operación y mejorar el beneficio económico. Aquí se incluye la reducción en el consumo de insumos del proceso (en particular reactivos, agua y aire); la reducción del impacto sobre el medio, por las menores tasas generadas de desechos y emisiones; y la gestión de la tierra y la biodiversidad. Existen numerosos beneficios económicos potenciales como son la reducción de los costes de operación, debido al menor consumo de reactivos, energía y agua, y la reducción del riesgo de responsabilidades ambientales.

#### Sinergias de servicios

Las sinergias de servicios entrañan el uso compartido de la infraestructura que da el servicio en diferentes procesos, ya sea en la misma operación o entre operaciones, como puede ser la fabricación de conductores de energía (por ejemplo, electricidad, vapor o aire comprimido), producción de agua para el proceso (como agua desmineralizada) o para el tratamiento conjunto de desechos y emisiones (como instalación para recuperar materiales compartidos o planta para el tratamiento de aguas residuales) (van Berkel, 2006; Van Beers y otro., 2005). La operación compartida de un servicio puede generar economías de escala al combinar corrientes más pequeñas del subproducto de varios procesos o servir a las demandas más pequeñas de servicio de varios procesos. Sobre todo, las sinergias de un servicio generalmente permiten la actividad de operadores especializados (como productores de electricidad independientes o compañías de servicios ambientales) que se encarguen de las operaciones del servicio, permitiendo que las empresas se concentren en sus procesos principales de producción. Al igual que las sinergias de subproductos, las sinergias de servicios son un ejemplo de la aplicación de ecología industrial o simbiosis industrial (van Berkel, 2006).

Aunque las sinergias de servicio se han venido ejerciendo dentro de una sola operación, se ha producido un creciente interés en aumentar el alcance para establecer sinergias de servicio entre múltiples compañías, particularmente en áreas de operaciones de procesado con concentración de minerales, como es el caso de Kwinana en Western Australia y Gladstone en Queensland (Bossilkov y otro, 2005). Por ejemplo, Queensland Alumina actualmente recibe aguas residuales doblemente tratadas de la cercana planta de tratamiento de aguas como si fueran "a medida de sus necesidades" para su operación de lavado del barro rojo, por tanto sustituye hasta 6.5 megalitros al día de agua de la zona de Gladstone. Se han documentado muchas iniciativas similares en la agricultura y en la industria, incluido el suministro de agua refrigerada a la refinería de BP en Brisbane procedente de la cercana depuradora de aguas residuales. Hay un gran incremento en la práctica de utilizar aguas residuales tratadas para la industria. En Kwinana, la planta de pigmentos Tiwest colaboró con Verve Energy para montar una planta de cogeneración, que proporcionase una fuente fiable y económica de vapor a alta presión y electricidad para el fabricante de pigmentos.

El estudio de caso siguiente deriva de una única operación en Queensland, la optimización de refinería de níquel QNI Yabulu. Se incluyeron tres proyectos para conseguir sinergias de energía y agua: la utilización de agua de alimentación fría para condensar los gases de escape, la utilización de agua verde en el circuito espesador del níquel y la reutilización de agua en la planta de cobalto. Colectivamente estas medidas redujeron el consumo específico de energía un 2.6 por ciento, el uso específico de agua un 9.8 por ciento y la intensidad de los gases invernadero un 2.3 por ciento. Más aún, redujeron los costos anuales de operación en alrededor de \$4 millones (UNEP Cleaner Production Centre, University of Queensland, 2004)

### Estudio de caso: Yabulu

Queensland Nickel (QNI), compañía del grupo BHP Billiton, es un claro ejemplo de organización que apuesta por el procesamiento sostenible de minerales en Australia. Gestiona una refinería de níquel en Yubulu, a 25 kilómetros de Townsville, Queensland, donde refina 30 000 toneladas del níquel al año a partir de mena de laterita (metal de níquel y óxido) y 2000 toneladas de cobalto. La compañía vende ambos para la producción de acero inoxidable, otros aceros especiales, aleaciones y productos químicos.

Desde 2001, QNI ha estado trabajando para implementar la Iniciativa de Optimización de Yabulu, que se basa en el incremento de la cantidad de níquel y cobalto producidos por tonelada de combustible, agua y mena en la planta de procesado. En 2003, se encargaron tres proyectos para afrontar la reutilización de energía y agua, al mismo tiempo que se incrementaba la recuperación de cobalto. Indicadores relevantes sobre la actuación ambiental son remitidos como parte de los Informes Anuales HSEC de QNI y BHP Billiton. Para más información sobre este estudio de caso, consultar la página <<http://www.deh.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/case-studies/xerox-def.html>>.

El proceso de refinado utiliza el agua procedente pozos cercanos y de un pantano en el parque nacional de Mt Spec, situado al norte de la planta. Los proyectos han reducido la cantidad de agua nueva utilizada en el proceso por alrededor de 20.3 kilolitros por tonelada. Dado el nivel de producción de níquel y cobalto, esto representa una reducción sustancial en el consumo total de agua. Además, la cantidad de energía consumida por tonelada de producto se ha reducido de 583 a 16 gigajulios por tonelada y las emisiones de gases de efecto invernadero se han reducido de 46.5 a 45.4 toneladas del equivalente a dióxido de carbono por tonelada de producto final. Este significativo ahorro fue debido a los siguientes cambios introducidos:

- El calor desprendido por una corriente de gases (consistente en amoníaco, dióxido de carbono y vapor de agua) se aprovecha ahora para precalentar agua de alimentación.
- El agua (1.3 megalitros al día a 85°C aproximadamente) proveniente de un lodo químico de carbonato de níquel de color verde tras un proceso espesante, y que anteriormente era eliminada en el estanque de escorias, se utiliza ahora para precalentar la corriente de licuefacción del níquel hasta una temperatura más cercana. Entonces se enfría en el estanque y se bombea hasta el tanque de agua del proceso para su reutilización.
- El agua caliente (una media de 0.35 megalitros al días) proveniente de la planta de cobalto, donde se forma el óxido de cobalto hidratado, era depositada anteriormente en el estanque de escorias, constituyendo un desperdicio de agua y de calor. Ahora es utilizada para reemplazar al agua nueva que se emplea en una etapa anterior del proceso del cobalto

La experiencia de QNI nos muestra cómo los proyectos que benefician el medioambiente pueden también tener profundos beneficios económicos, puesto que al poner en práctica esta gestión ambiental la compañía consiguió un ahorro de \$3.8 millones al año.

### **Optimización de la planta**

La optimización de la planta es relevante para el proceso de responsabilidad ambiental puesto que supone mayor eficiencia para la planta, menores niveles de emisión o reducción del riesgo para los trabajadores, la comunidad y el medio. Particularmente prometedores son los procesos de intensificación (logrando mayor rendimiento del proceso con el mismo volumen de proceso o de tamaño de operaciones unitarias) e integración del proceso (logrando dos o más pasos del proceso en una sola operación). Aplicado a procesamiento de minería y minerales, la optimización de la planta puede entenderse como diseño sostenible o eco-eficiente de la planta (van Berkel, 2004; Twigge-Molecey, 2004).

La optimización de la planta es típicamente un proceso de mejora continua, con más oportunidades significativas que aparecen como parte de la capacidad de expansión o de los proyectos de mejora de la eficiencia (brown-field projects).

### **Estudio de caso: Refinería de aluminio de Pinjarra**

La reciente modernización en la eficiencia de la refinería de aluminio de que la compañía Alcoa tiene en Pinjarra demuestra los beneficios que tiene la transferencia tecnológica leading practice y el compromiso de la comunidad.

La modernización incrementó la capacidad de la refinería de 657 000 toneladas a 4.2 millones de toneladas de aluminio al año, a la vez que aportó significativos beneficios ambientales y sociales. Consistía en la transferencia tecnológica leading practice para mejorar la productividad y la eficiencia energética, incluyendo la refinería Wagerup de Alcoa y las operaciones globales.

Los componentes principales del proyecto son:

- Flujo de proceso y servicios: maximizando la recuperación de energía, incluido la recuperación de vapor desde la digestión hasta el caustificador (se necesitó un kilómetro de conducciones para el vapor recubiertas con material aislante para reducir la emisión anual de gases de efecto invernadero en unas 250 000 toneladas del equivalente a dióxido de carbono) y varias sinergias en relación con las necesidades del proceso de agrupación.
- Transferencia tecnológica de las mejores prácticas: inclusión de la precipitación de pepitas en el circuito de Bayer (para incrementar la recuperación de aluminio en precipitación), construcción de un calcinador adicional energéticamente eficiente (reducción del 5 por ciento aproximadamente en el consumo de energía) y dos oxidantes térmicos regenerativos energéticamente eficientes (uno para el control de los compuestos orgánicos volátiles y otro para el horno de oxalado).
- Diseño de ingeniería: una amplia gama de mejoras en los controles del bombeo y del proceso a lo largo de todo el circuito principal de Bayer y modificación, renovando y rediseñando un horno de bauxita que tenía una capacidad de 450 toneladas a la hora, para incrementar el triturado de bauxita y su capacidad.

Se están consiguiendo beneficios adicionales en energía y emisiones de efecto invernadero por el co-emplazamiento de las plantas de cogeneración de Alinta (un ejemplo de sinergia de servicios). Las plantas producen electricidad y calor a partir de la misma fuente de combustible, proporcionando beneficios sobre el efecto invernadero. Alcoa utiliza el vapor y Alinta vende la electricidad a la red.

Un año de electricidad por cada unidad de cogeneración ahorra 450 000 toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con una planta térmica de carbón de similar tamaño. Además, cada unidad reducirá las emisiones en la refinería de Alcoa en 135 000 toneladas al año por la generación más eficiente de vapor.

El proyecto contó con una extensa consulta a la comunidad con aportación directa en cada etapa del proyecto. Un objetivo fundamental era el de maximizar los beneficios potenciales para la región mediante contratos locales y empleo. Alrededor de 1500 contratistas trabajaron en la modernización de Pinjarra en 2005 y el proyecto ha sido descrito por la Autoridad para la Protección Ambiental de Western Australia como un gran ejemplo práctico de compromiso ciudadano.



**Esta planta de cogeneración de energía en la refinería de Pinjarra reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero de la refinería en unas 135 000 toneladas al año.**



**Con el proyecto de modernización de Pinjarra se reducirá la intensidad de la refinería sobre el efecto invernadero en torno al ocho por ciento mediante la cogeneración y otras mejoras de eficiencia energética.**

## **Producción más limpia**

Generalmente se define la producción limpia como la aplicación continuada de una estrategia integral y ambientalmente preventiva de procesos, productos y servicios que pretende incrementar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para las personas y el medioambiente (ANZECC, 1998; Environment Australia, 2000).

La producción limpia se centra en la reducción progresiva de los impactos ambientales procedentes de procesos, productos y servicios, mediante iniciativas preventivas más que con el control y la gestión de contaminantes y desechos ya generados. Se dirige a la eficiencia económica y ecológica y a ayudar a reducir los riesgos sobre el entorno.

La producción limpia persigue un uso más eficiente de los recursos naturales (materiales en bruto, energía y agua) y una reducción en origen de la generación de desechos y emisiones. Esto se consigue generalmente mediante combinaciones de modificación productiva, sustitución de aportes, modificación tecnológica, buen mantenimiento, reciclado y eliminación in situ (USEPA, 1992).

La tabla siguiente contiene ejemplos de cómo puede aplicarse estas cinco prácticas de prevención al procesamiento de minería y minerales (van Berkel, 2002).



**Tabla 3: Prácticas de producción limpia aplicadas al procesamiento de minería y minerales**

Práctica de Prevención	Aplicaciones	
	Minería	Procesamiento de minerales
1. Optimización del uso de recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejor separación de la ganga y otros desechos para conseguir mena de más pureza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mfiltrado secuencial para recuperar de la mena múltiples minerales/metales</li> <li>Conversión de los desechos y las emisiones en subproductos útiles</li> <li>Procesamiento de los residuos en formas geoquímicamente estables para un almacenaje seguro</li> </ul>
2. Sustitución de los aportes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de lubricantes biodegradables y aceites hidráulicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización de reactivos ambientalmente respetuosos y auxiliares de proceso</li> </ul>
3. Modificación tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño eficiente de las minas para minimizar el movimiento de materiales durante la operación y el cierre</li> <li>Pared escalonada de la cantera</li> <li>Molturación y separación en la mina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empleo de procesos metalúrgicos alternativos (como el bio-filtrado)</li> <li>Empleo de motores energéticamente eficientes</li> <li>Instalación de hornos y calderas de consumo eficiente</li> <li>Mejor monitoreo y control del filtrado y de los procesos de extracción para incrementar la recuperación global</li> </ul>
4. Buen mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo y control de la eficiencia de consumo en los medios de transporte</li> <li>Formación y actitud del personal</li> <li>Prevención de los derrames y las fugas, como es el caso de los hidrocarburos (combustible, lubricantes, aceites hidráulicos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la formación y la actitud del personal</li> <li>Prevención de los derrames y las fugas, como pueden ser aceites hidráulicos, aire comprimido, agua o productos químicos</li> </ul>
5. Reciclaje in situ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción de abonos o generación de calor/vapor in situ por el aclarado de residuos</li> <li>Reutilización de las gangas/desechos de roca para la rehabilitación progresiva de las zonas mineras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesado de los desechos para recuperar y reprocesar la mena aún existente</li> <li>Consumo controlado de agua en las operaciones de lavado.</li> </ul>

**Tabla 4: Elementos de Valor Perdurable para una producción más limpia**

ICMM Principio/ orientación elemento	Descripción
<b>Principio 8</b>	<b>Facilitar y promover un diseño responsable de los productos, así como el uso, reutilización, reciclaje y eliminación de los mismos.</b>
<b>Elemento 8.2</b>	Dirigir o apoyar la investigación y la innovación que promueve el uso de productos y tecnologías seguras y eficientes en su consumo de energía, recursos naturales y otros materiales.
	Apoyar donde corresponda la investigación para mejorar la eco-eficiencia de los procesos de producción y de los productos.
	Revisar e innovar para reducir los desechos mediante procesos más limpios de producción, de reciclado y de reutilización de los materiales.
	Revisar el consumo e innovar para mejorar la eficiencia en el uso de energía y agua.
	Tener en cuenta los requerimientos presentes y futuros de otros consumidores, incluyendo la calidad del aire y del agua y los flujos ambientales de agua.
	Involucrar a los proveedores en la identificación de oportunidades para la reducción del consumo de energía o utilizar recursos renovables para reducir la producción de gases invernadero y otras emisiones.
	Colaborar donde sea factible en actividades de ecología industrial para desarrollar sinergias en el uso de los recursos (ver elementos 1.4, 2.4, 4.1, 6.1, 7.2, 7.3, 8.3).

## Estudio de caso: Planta para la reducción de emisiones del sintetizador de Port Kembla

La puesta en funcionamiento de la planta para la reducción de emisiones del sintetizador se produjo en septiembre de 2004 y supuso una inversión de \$94 millones para la limpieza del aire en beneficio de los empleados y los barrios cercanos a la acería de Port Kembla perteneciente a BlueScope Steel. El proyecto es un ejemplo de compromiso empresarial para mejorar las condiciones ambientales dentro y alrededor de la acería.

Finas partículas de coque, mena de hierro, caliza y polvo reciclado con partículas de hierro se funden en la planta de sinterizado para hacer aglomerado, que se emplea en el proceso de producción de hierro. El gas liberado por la chimenea de la planta de sintetizado contiene finas partículas de polvo y pequeñas cantidades de dioxinas.

Tras búsqueda extensiva mundial para identificar una tecnología capaz de tratar las emisiones de polvo y dioxinas de la planta de sintetizado, BlueScope Steel seleccionó una tecnología desarrollada por Sumitomo Heavy Industries de Japón.

El sistema emplea un filtro de carbón prensado, que mediante gránulos de carbón activado filtra el polvo de la corriente de gas residual. El carbón activado absorbe las dioxinas, el dióxido de azufre, el trióxido de azufre y los metales pesados. Después se regenera el carbón (se reactiva) a alta temperatura, lo que destruye las dioxinas.

Con anterioridad a la instalación de la planta de filtrado de gas, el polvo en la corriente de gas residual era de entre 80 y 100 miligramos por metro cúbico y los niveles de dioxinas eran de alrededor de 3 nanogramos por metro cúbico de gas residual (un nanogramo es la milmillonésima parte de un gramo).



Las pruebas actuales confirman que la planta está logrando su objetivo de menos de 20 miligramos de polvo por metro cúbico (una reducción del 80 por ciento) y de 0.3 nanogramos de dioxinas por metro cúbico (logrando una reducción cercana al 97 por ciento).

La modernización ha reducido tanto los niveles de polvo como las emisiones de dioxinas, eliminando virtualmente la única y más grande nube de Port Kembla Steelworks.

## 4.4 Responsabilidad ambiental del producto

La responsabilidad ambiental del producto se centra en los productos de consumo y otros productos finales producidos a partir de menas de mineral y concentrados. Se centra en los aspectos ambientales del producto o servicio, incluidos los sistemas y procesos necesarios para la obtención del material en bruto, fabricación, distribución, consumo, servicio, reparación y gestión al final de su vida. Su objetivo principal es el de minimizar el impacto ambiental neto por cada unidad de funcionalidad producida para el consumidor final. Normalmente, la gestión responsable del producto considera múltiples impactos ambientales; algunos están asociados al consumo de materiales, energía, agua y productos auxiliares, y otros están asociados a la liberación de desechos y emisiones al aire y al agua desde el sistema de producción.



Como la mayoría de las compañías mineras y procesadoras de minerales no integran la fabricación del producto en su actividad, se presta menos atención en este apartado a la industria minera. Sin embargo, la llegada de programas holísticos de gestión ambiental tal como la evaluación del ciclo de vida (LCA) ha fomentado un mayor interés en esta aproximación, particularmente en términos de cómo la industria minera diferencia sus productos y servicios para maximizar el valor y salvaguardar el acceso al mercado. La LCA es la principal herramienta de análisis para informar de la responsabilidad ambiental del producto. Los fundamentos de la LCA se expusieron en la Sección 3. Se puede encontrar información adicional en la sección de referencia.

El ejemplo empresarial para la implementación de las políticas de responsabilidad ambiental del producto incluye:

- avance en la diferenciación del producto en el mercado
- etiquetado, para todos los usuarios, con información sobre la gestión de productos pro-activamente diseminados
- mantener el acceso al mercado
- maximizar las oportunidades para el reciclado y la reutilización
- anticiparse a la necesidad de regulaciones adicionales.

Al centrarse en el caso empresarial para la gestión ambiental del producto, los profesionales necesitan ser conscientes de que un enfoque empresarial sobre el desarrollo de un esquema de orientación al producto podría valorar los problemas de forma muy diferente al enfoque basado en el riesgo, que se emplea normalmente en la gestión ambiental de los recursos y procesos. Los principales asuntos de preocupación para los ciudadanos vienen derivados de la representación que los medios de comunicación hacen de los asuntos, más que del análisis del riesgo en sí. Además, en relación con los consumidores, los esquemas de la responsabilidad ambiental del producto tienen que centrarse en la comunicación del nivel total de riesgo de una operación y de cómo se gestiona ese riesgo, además de informar sobre el manejo seguro de los productos.

## Estudio de caso: Suministro de información—el papel de GLASS

Una organización no gubernamental, The LEAD Group (el grupo del plomo), fundada en Australia en 1991, ha desarrollado durante los últimos 15 años sistemas de propugnación encaminados a la supresión del plomo, involucrando a reguladores, industria y a la mayoría de la población. El LEAD Group dirige un servicio gratuito global y único en el mundo para prestar ayuda e información sobre los efectos del plomo, el Global Lead Advice and Support Service (GLASS).

GLASS proporciona información, consejos, apoyo psicológico y la experiencia de otros casos para la gestión y prevención del envenenamiento o la contaminación con plomo. GLASS puede poner a los interesados en contacto con la comunidad u otros grupos como comerciantes especialistas y organizaciones, según se requiera. GLASS también proporciona información sobre la página web del Grupo del Plomo y mantiene una base de datos, incluido una base de datos sobre bibliografía.

GLASS ha proporcionado prevención y ayuda directa sobre cómo afrontar una contaminación - envenenamiento producida por el plomo. Toda esta información se ha conseguido por su capacidad aglutinadora de información en más de 48 500 llamadas desde más de 80 países y además proporciona continua información para más de un tercio de millón de visitantes de 175 países.

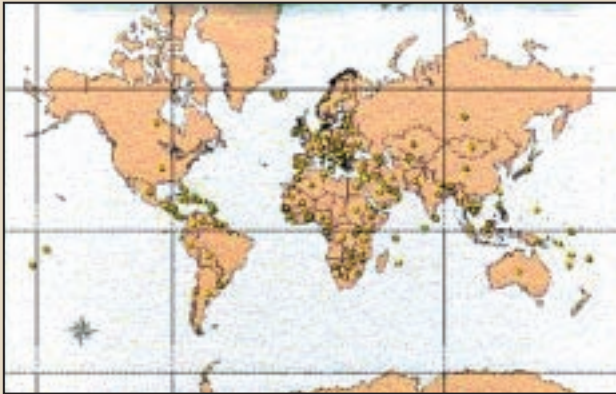
GLASS actualmente dirige nueve e-grupos con temas variados relacionados con el plomo; el e-grupo más grande, con 280 miembros, está compuesto por padres de niños autistas envenenados con plomo. GLASS ha escrito y publicado en Internet más de 30 folletos diferentes que abarcan temas que van desde los códigos estatales de actuación en relación con plomo hasta la presencia de plomo en la leche materna. También ha distribuido más de 680 000 archivos en 16 idiomas desde 1995. Su base de datos contiene una lista con más de 4700 expertos para estudio de casos en medicina, medioambiente y otros campos relacionados con el plomo.

GLASS se ha financiado mediante patrocinio corporativo, subvenciones gubernamentales y donaciones privadas. Debido a las restricciones presupuestarias, GLASS generalmente utiliza voluntarios para sus actividades del día a día. Cuenta con 23 voluntarios activos que registran las llamadas telefónicas, investigan respuestas para las consultas complicadas, mantienen actualizada la página web y la biblioteca, gestionan la contabilidad, y se encargan de la administración de los sistemas y de los proyectos especiales. En la universidad también se realizan proyectos, como uno de un estudiante de la Universidad de Sydney sobre la responsabilidad ambiental del producto en el caso del plomo australiano.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estimaba que en el año 2000 había 120 millones de personas con niveles de plomo (en sangre) superiores a 10 microgramos por decilitro (OMS, 2003). El Centro Estadounidense para el Control y la Prevención de Enfermedades recomienda un máximo de 10 microgramos de plomo por decilitro de sangre en los niños menores de cinco años. Obviamente, el acceso a información fiable y la asistencia es clave para asegurar la prevención, por eso la gestión de la ayuda está disponible para todas las personas afectadas.

Mediante los datos recogidos por GLASS, el LEAD Group centra su atención en temas sobre el plomo utilizando información y pautas de análisis para monitorear la efectividad en el tiempo de iniciativas de cambio. A este nivel de información, la obtención de información por los esfuerzos de las ONGs, los gobiernos y la industria podría encontrar mayores aplicaciones.

Se puede encontrar más información en la publicación Lead Mining Stewardship (Responsabilidad Ambiental de la Minería del Plomo)–Grey Lead y el Papel de GLASS en la página web < <http://www.lead.org.au/fs/fst31.html> >.



**Sobre un tercio de millón de visitantes de 176 países ha buscado información sobre la gestión del plomo en la página web de The LEAD Group**  
<http://www.lead.org.au> .

Los leading practices sobre la responsabilidad ambiental del producto incluyen la adquisición verde, el diseño para el medio y la revelación ambiental. En la práctica, sin embargo, se combinan los elementos de este tipo para obtener un programa efectivo de gestión ambiental del producto.

### **Adquisición verde**

En esencia, la adquisición verde consiste en la inclusión de consideraciones ambientales o requerimientos para el nacimiento de aportes de negocio. Dichos aportes incluyen la ingeniería; el mantenimiento de los servicios de transporte; el equipo de minado y de procesamiento; la energía y los combustibles; y consumibles como lubricantes, limpiadores y reactivos. A veces, en un contexto más amplio, nos podemos referir a la adquisición verde como “el verdecer de la cadena de suministro”.

El Consejo Empresarial Neocelandés para el Desarrollo Sostenible (NZ BCSD) ha desarrollado una guía práctica para una “cadena sostenible de suministro”, que definen como “la gestión de materias primas y servicios desde el proveedor hasta el fabricante/empresa de servicios, de éste al consumidor y vuelta hacia atrás, con la mejora de los impactos sociales y ambientales explícitamente considerados” (NZ BCSD, 2003).

Se centra en tres áreas–adquisición (monitoreo de los productos y servicios procedentes de proveedores externos), operaciones internas (el impacto de la logística y de los procesos de conversión desde los materiales en bruto hasta el consumidor y vuelta hacia atrás de nuevo) y el desarrollo del producto y su responsabilidad ambiental (trabajando eficazmente con los clientes y con las cadenas de venta).

Lograr una adquisición verde práctica requiere ser consciente de la naturaleza del suministro. En algunos casos, puede ser posible hacer cumplir unos niveles específicos de actuación (por

ejemplo, eficiencia en el proceso de adquisición de agua y energía y flota de transporte). En otros casos, puede ser más apropiado hacer cumplir un nivel específico de actuación en la gestión ambiental del proveedor estableciendo un sistema de gestión medioambiental certificado (actualmente muy común entre los principales fabricantes de automóviles y electrónica); o insistiendo a los proveedores del servicio a que cumplan con las políticas y estándares ambientales de compra propios de la compañía (actualmente aceptadas entre los contratistas de ingeniería y mantenimiento). En otros casos, puede ser más apropiado trabajar en colaboración con el proveedor o con los clientes para desarrollar un conjunto de buenas prácticas (similar a lo que hacían los proveedores de servicios navales con las compañías mineras).

La industria minera depende fuertemente de los barcos para el transporte de sus productos por todo el mundo. La integridad de los barcos es, por tanto, esencial puesto que muchos de ellos pasan por zonas de patrimonio mundial protegido o de importancia ambiental, como por ejemplo la Gran Barrera de Coral, Cockburn Sound y las proximidades de Gladstone.

El caso de estudio de RightShip ejemplifica una propuesta industrial a esta situación. Los buques utilizados para el transporte de los productos minerales son investigados conforme a un conjunto de criterios de actuación antes de su contratación.

### **Estudio de caso: RIGHTSHIP**

Río Tinto y BHP Billiton persiguen una gestión ambiental de buenas prácticas en sus operaciones y a lo largo de la cadena de suministro de productos, asegurándose de que los productos se almacenan y se transportan con seguridad y mediante métodos ambientalmente razonables.

Puesto que Río Tinto y BHP Billiton transportan millones de toneladas de producto por mar a sus clientes cada año, la navegación es para ellos un objetivo clave. Durante muchos años ambas compañías han invertido fuertemente en la contratación de barcos procuran reunir información, comprueban la calidad de los barcos designados para llevar las cargas y minimizan el riesgo del transporte.

En 2001 las dos compañías intercambiaron su gran experiencia en la contratación para fundar la RightShip Pty Ltd (una compañía propiedad de BHP Billiton y Río Tinto al 50:50). Como compañía especialista en contrataciones, RightShip ofrece un sistema online fácilmente comprensible respaldado por una red mundial de expertos en contratación que ofrecen asesoramiento y proporcionan un servicio mejorado.

RightShip contrata cada barco que Río Tinto y BHP Billiton utilizan para desplazar sus cargas.

Cada vez que se designa un barco aparece en el sistema online y se evalúa su idoneidad para la tarea mediante más de 40 criterios, incluyendo la integridad estructural del barco, la historia y la eficacia de sus propietarios, directivos y tripulación.

El barco es inmediatamente catalogado como apto o se resalta la necesidad de mayores revisiones. Es una herramienta vital en la ayuda para la toma de decisiones, disponiendo de información decisiva de forma inmediata para ayudar rápida y apropiadamente en la toma de decisiones.

Río Tinto y BHP Billiton identificaron la necesidad de tal sistema en un momento en que la industria naviera mundial experimentaba unas pérdidas humanas, ambientales y

financieras inaceptables. Las navieras de granel sólido estaban profundamente envejecidas con barcos de escasa calidad. Entre los años 1990 y 2000 murieron 730 marineros, se perdieron 160 buques y se produjeron 888 heridos graves y 2879 heridos leves.

Es por esto que dos de los mayores fletadores de productos de granel sólido, Río Tinto y BHP Billiton necesitaban gestionar su propio riesgo. Como competidores comerciales, esta unión podría haber parecido extraña, pero ambos compartían objetivos comunes. Ambas compañías querían gestionar su propio riesgo de manera efectiva y eficiente, además de eliminar de la industria los operadores y los barcos sub-estándar, para asegurarse que las compañías con barcos y tripulaciones de calidad no continuaran sufriendo la desventaja comercial.

Para incrementar la presión sobre los operadores y los barcos de alto riesgo, RightShip pone en servicio su valiosa experiencia a cualquiera que busque ayuda para la contratación naval. RightShip cuenta actualmente con más de 50 organizaciones como clientes. En 2005 RightShip fletó 9162 barcos online, lo que representó unos 827 millones de toneladas de carga de peso muerto; inspeccionó y evaluó 431 barcos; y excluyó 165 barcos de alto riesgo de la cadena de suministro de sus clientes.

La influencia de RightShip también puede verse mediante su base de datos mundial de clientes, con clientes en 45 países. RightShip ilustra la gestión ambiental apropiada, puesto que Río Tinto y BHP Billiton han apostado significativamente en la gestión del riesgo y en la protección vital de los recursos humanos y ambientales en beneficio de sus propias operaciones y para influir una más amplia mejora en la industria.

Las principales lecciones que nos aporta el éxito de RightShip son:

- identificar una necesidad urgente y desarrollar una valiosa respuesta única e innovadora
- pensar en sentido amplio para maximizar el impacto y buscar alianzas basadas en los intereses comunes, incluso entre competidores comerciales
- dar a personas expertas y apasionadas los recursos para construir sobre ideas innovadoras y seguir mejorando su aplicación, dentro de la compañía y mediante la alianza con otros.



**Cargamento de bauxita para Alumina Refinery (Río Tinto Aluminium Limited), Gladstone, Queensland**



## Diseño para el medioambiente

El diseño para el medioambiente, a veces llamado eco-diseño, eco-rediseño o diseño del ciclo de vida, es un enfoque que intenta penetrar en la conciencia de las empresas a favor de un diseño de producto que minimice su impacto ambiental, mientras se incrementa la ventaja comercial y se fomenta la innovación (Environment Australia, 2001). En términos prácticos, el diseño para el medioambiente significa que el “medio” ayuda a definir las direcciones por las que discurrir las decisiones sobre el diseño (Brezet y otro, 1997). En otras palabras, el medioambiente se convierte en copiloto del desarrollo de productos. En este proceso, el medio tiene el mismo estatus que otros valores industriales más tradicionales como el beneficio, la funcionalidad, la estética, la ergonomía, la imagen y la calidad general. Como resultado, se mejoran los atributos ambientales mientras se mantienen los atributos del producto. Los principios del diseño para el medioambiente son simples y su implementación está, en principio, al alcance de empresas de todos los tamaños.

Existen tres elementos que son fundamentales para el éxito de cualquier iniciativa de diseño ambiental:

- el diseño sistemático y el desarrollo del producto
- la conciencia sobre el ciclo de vida
- las estrategias de eco-diseño.

Ya existen algunos grupos de estrategias genéricas de eco-diseño. Por ejemplo, el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) promueve una iniciativa que abarca ocho estrategias (Brezet y otro, 1997):

- desarrollar nuevos conceptos de funcionalidad de producto
- elegir materiales de bajo impacto
- reducir el uso de materiales
- optimizar las técnicas de producción
- optimizar el sistema de producción
- reducir el impacto durante la utilización
- optimizar la gestión inicial de vida útil
- optimizar la gestión de final de vida útil.

Es generalmente beneficiosa una mayor personalización de estas estrategias para sectores industriales específicos o categorías de producto. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las compañías mineras y de minerales contribuirán al diseño de las iniciativas ambientales de sus clientes (los que utilizan minerales primarios y metales para fabricar coches, equipos electrónicos, etc.), más que encargarse de ellas por iniciativa propia.

## Estudio de caso: materiales de acero para la construcción

El medioambiente de la construcción (edificios e infraestructuras) representa aproximadamente la mitad del flujo de materiales en la economía australiana. En comparación con el total de Australia, se estima que la construcción de edificios supone el 30 por ciento de las materias primas, el 42 por ciento de la energía y el 25 por ciento del agua corriente. Además son responsables del 40 por ciento de las emisiones a la atmósfera, del 20 por ciento de las aguas residuales y del 25 por ciento de los residuos sólidos. El medioambiente de la construcción representa la parte más importante del ciclo de vida para muchos materiales de metal y mineral y, por tanto, los retos y las oportunidades de gestión ambiental más importantes. Éste es ciertamente el caso del acero, en donde sólo la construcción de edificios comerciales y residenciales da cuenta de un aproximado 33 por ciento del consumo de acero en Australia, sin contar la minería, la ingeniería y la obra civil.

La industria cuenta con un probado historial en la mejora de la actuación ambiental en el ciclo de vida de los materiales y los edificios de acero mediante la producción eco-eficiente, el reciclado y el diseño inteligente de sistemas arquitectónico de acero.

La energía y la intensidad de los gases de efecto invernadero en la producción de acero han disminuido en alrededor del 40 por ciento en los últimos 25 años mediante la mejora persistente y la introducción de la fundición continuada. El consumo de agua corriente ha descendido casi a la mitad en la pasada década. Actualmente alrededor del 70 por ciento de los residuos del proceso principal (escorias) se venden para mezclar con el cemento y como conglomerado para la construcción; lo que queda se almacena in situ, no se lleva al vertedero. La tasa de recuperación de chatarra de acero procedente de materiales de construcción es muy alta, ronda el 85 por ciento.

El acero recuperado se recicla mediante los procesos básicos fundición con oxígeno y arco eléctrico o en algunos casos se reutiliza directamente sin fundir.

La innovación en el diseño de sistemas de construcción influenciadas por las especiales cualidades del acero es considerada como el área de avance en el futuro.

El buen diseño, funcional, estético y ambiental puede verse influenciado por las cualidades intrínsecas del acero, como puede ser su resistencia ante el radio de peso, recubrimientos superficiales, soldabilidad, y técnicas flexibles de construcción/desmantelado, como se muestra en las fotografías cedidas por OneSteel y BlueScope Steel. La extensión de la vida útil y del valor de los materiales y de los edificios mejora enormemente sus impactos ambientales relacionados con el ciclo de vida.

Con resaltar el potencial del acero para contribuir en el diseño de edificios mejorando la la actuación ambiental relacionada con el ciclo de vida, no se intenta insinuar que el acero es "mejor" que otros materiales de construcción, como la madera, el cemento o el aluminio. Todos los materiales tienen sus propiedades distintivas y ventajas en circunstancias determinadas. Para hacer comparaciones sobre el impacto ambiental entre diferentes materiales se tiene que considerar el valor que se está creando, la función que se está realizando, la necesidad que se está cubriendo y la estética para determinadas aplicaciones.

La gestión ambiental mezcla simultáneamente su énfasis entre la creación de valor en el mercado y la reducción del impacto a lo largo del ciclo de vida del acero, pero aún más importante en la construcción como entidad, puede convertirse en un poderoso impulsor de negocio influyendo en las operaciones y en la relevancia del mercado.

Para más información y referencias sobre este caso de estudio, ver Strezov, L & Herbertson, J 2006, Life cycle performance of steel in the built environment, The Crucible, Australian Steel Institute.



### **Estructuras más ligeras**

El armazón de acero ligero para el edificio Latitude @ World Square en Sydney, New South Wales, permitió la construcción de más superficie de planta con costos de refuerzo significativamente reducidos y la creación de un edificio con sello personal.



### **Modernización flexible**

El Chiffley Tower, ya existente en Sydney, fue modificado para acomodar un nuevo sistema de aire acondicionado más eficiente, además se añadieron escaleras internas para reducir la dependencia sobre los ascensores.



### **Construyendo valor material**

El armazón de acero ligero empleado en el 347 de Kent Street, Sydney, permitió la elevación de ocho plantas sobre las 15 ya existentes del edificio, mientras seguía ocupado y en funcionamiento con alrededor de 1000 personas.

El armazón de acero ligero redujo los requerimientos de refuerzo en más de un 50 por ciento.

Las nuevas plantas favorecen un alquiler más alto, puesto que tienen mejores vistas.



### **Diseño para la reutilización**

Las estructuras construidas totalmente de acero, como las graderías de un estadio, pueden utilizarse para otro propósito en otro lugar. Un buen ejemplo de ello es la parte del Centro Acuático de Sydney, que fue desmontada tras la ceremonia de clausura de los Juegos Olímpicos y reubicada en el WIN Stadium de Wollongong.

## Revelación ambiental

La demostración de los progresos en la gestión ambiental está condicionada a la transparencia y a la responsabilidad sobre el medio, y a actuación social posiblemente. La tendencia a la divulgación y estandarización del desarrollo sostenible corporativo mediante tales proyectos como el Global Reporting Initiative (Iniciativa Global de Divulgación) es un signo prometedor de que las compañías mineras y de minerales aceptan su responsabilidad no solamente ante sus accionistas, sino ante los más numerosos accionistas de la comunidad. Sin embargo, para unas iniciativas exitosas de responsabilidad ambiental, la suma de los informes corporativos o incluso la unidad de la empresa o el nivel de comodidad pueden no ser suficientes.

Ha habido una plétora de iniciativas de revelación. La información más detallada proviene de los estudios sobre la evaluación del ciclo de vida y podría traducirse en declaraciones ambientales de producto o en esquemas ambientales de etiquetado. Una alternativa, enfoque menos cuantitativo, incluye el establecimiento de códigos de conducta o buenas prácticas, que puedan ser verificadas externamente, como por ejemplo el caso de estudio de Green Lead™.

En Europa la iniciativa más dispuesta a seguirse es la planteada por el Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada, disponible en la página web <<http://europa.eu.int/comm/environment/ipp/home.htm>>. Bajo el titular “herramientas e incentivos para fortalecer el liderazgo empresarial mediante una producción mas verde”, la comisión solicita un incremento en la “disponibilidad, la orientación al usuario y el aprovechamiento en el mercado de información precisa y no engañosa” y declara que el primer paso necesitaría ser la generación y recopilación de tal información. Se han desarrollado iniciativas para la gestión al final de su vida útil de los vehículos, procesos consumidores de energía, desechos de equipamiento eléctrico y electrónico, envases, baterías y correo nominal o comercial.

La industria necesita ver la forma de integrar los aspectos ambientales en el diseño de los productos mientras que los consumidores pueden evaluar la manera de comprar productos más verdes y cómo pueden utilizarlos y deshacerse de ellos mejor. Se puede encontrar más información en la página web <[www.dti.gov.uk/sustainability/IPP.htm](http://www.dti.gov.uk/sustainability/IPP.htm)>.

Un enfoque modélico de ciclo de vida en la comunicación de los impactos potenciales en torno a la producción entraña el desarrollo de unas declaraciones ambientales del producto.

### Estudio de caso: Declaraciones ambientales del producto

Kennecott Utah Copper Corporation, perteneciente a Río Tinto, opera la mina Bingham Canyon, a 25 millas al suroeste de Salt Lake City en el estado americano de Utah. El cuerpo de la mena consiste principalmente en sulfuros con restos de metales preciosos. Anualmente la mina produce aproximadamente 250 000 toneladas de cobre, 15 000 toneladas de molibdeno (metal), 850 000 toneladas de ácido sulfúrico y subproductos como el oro (300 000 onzas troy) y la plata (3.3 millones de onzas troy).

La compañía cree que el “desarrollo sostenible está integrado en nuestra supervivencia como compañía minera, fundidora y refinadora”. Considera su actuación administrativa como “esencial para aportar valor a la inversión económica y social” que los accionistas y las comunidades vecinas han realizado en ella.

Tras la búsqueda de este objetivo, la empresa ha realizado evaluaciones del ciclo de vida en consonancia con los estándares ISO 14040 para cada uno de los tres principales

productos de sus operaciones en Bingham Canyon. Cada evaluación deja claro lo que excluye (bienes de equipo, instalaciones externas de administración y transporte externo de productos acabados) y lo que incluye. Entre lo que se incluye tenemos las operaciones claves como el minado de mena y ganga, la extracción y procesamiento de los materiales, el envasado, la generación de energía y la gestión de los desechos (dentro y fuera de la mina).

Las operaciones iniciales son las mismas para cada una de las tres evaluaciones. Incluyen el taladrado, voladura, carga, arrastre, aplastado, transporte, picado y flotación. Se otorga consideración explícita a los aportes para cada operación de la unidad. Estos incluyen el agua, una gama de recursos energéticos, materiales explosivos como el nitrato de amonio, materiales del proceso incluido brocas de acero y neumáticos de goma, nitrógeno y gases oxigenados y productos químicos desde los más especializados como los floculantes hasta los más básicos como la soda cáustica. Las salidas incluyen las emisiones al aire de elementos específicos, óxidos de carbón, nitrógeno y azufre; además del movimiento de escorias sin mezclar de partículas de roca insoluble y soluciones de hierro, estroncio, plomo, manganeso y otros metales.

El proceso de flotación separa el molibdeno y los sulfatos de cobre, que son entonces fundidos en fuentes de horno separadas. El óxido de molibdeno resultante se embarca para su refinado y el cobre crudo se somete a electrolisis para refinarlo hasta tener una pureza del 99.99 por ciento. El dióxido de azufre que fluye por las fuentes de fundición se oxigena catalíticamente por el método de contacto hasta obtener el ácido sulfúrico. Sobre el 93 por ciento del azufre que comenzó como sulfuro de molibdeno, sulfuro de cobre-hierro o calcopirita se captura de esta forma. Además de reducir enormemente las emisiones de gases ácidos no respetuosos con el medio, la formación de ácido sulfúrico proporciona un producto químico industrial que encuentra mercado rápidamente entre una variedad de industrias.

Cada paso en el proceso de estos tres productos se analiza en sus aportes de energía y materiales, como se ha descrito más arriba, y en la pérdida de gases de efecto invernadero y contaminantes del aire como los gases ácidos y compuestos orgánicos volátiles

(VOCs) que contribuyen a la formación de niebla tóxica fotoquímica. La compañía publica los resultados de este trabajo sobre sus productos con el nombre de Declaraciones Ambientales del Producto, que reparte entre los clientes y otros interesados.



**Operaciones de minería en la mina Bingham Canyon de Kennecott**

La Tabla 5 enumera algunos de los elementos del Valor Perdurable que pueden utilizarse como lista de verificación para la responsabilidad ambiental del producto.

**Tabla 5: Elementos de Valor Perdurable para la lista de verificación de responsabilidad ambiental**

ICMM Principio/ Orientación Elemento	Descripción
<b>Principio 2</b>	<b>Integrar las consideraciones del desarrollo sostenible con el proceso corporativo de toma de decisiones</b>
<b>Elemento 2.4</b>	Animar a los consumidores, socios de empresas y proveedores de bienes y servicios a adoptar principios y prácticas comparables a las nuestras.
<b>Orientación</b>	Implementar políticas de adquisición que incluyan resultados de actuaciones de desarrollo sostenible en los contratos principales (ver elementos 1.4, 2.4, 6.4, 8.2-8.5).
	Promover iniciativas de responsabilidad ambiental del producto a lo largo de la cadena de suministro mediante alianzas con contratistas, proveedores y clientes (ver elementos 1.4, 8.1-8.5).
	Animar a los clientes, contratistas, proveedores y socios de la empresa a adoptar políticas y prácticas de desarrollo sostenible.
	Establecer "proveedores de preferencia" que incluyan criterios de desarrollo sostenible, tal como el papel local del empleo, del servicio y del suministro para fomentar las economías locales (Ver elementos 1.4, 8.1-8.5).
<b>Principio 8</b>	<b>Facilitar y promover un diseño responsable de los productos, así como el uso, reutilización, reciclaje y eliminación de los mismos.</b>
<b>Elemento 8.3</b>	Desarrollar y promover el concepto de gestión integrada de los materiales a lo largo del ciclo de vida de los metales y los minerales.
<b>Orientación</b>	Mantener la trazabilidad de los inputs and outputs (entradas y salidas) de la empresa en formato comunicativo e informativo.
	Promover la seguridad en la manipulación, almacenaje y uso de los materiales a través de la cadena de suministro.
	Informar a los clientes sobre el uso seguro y responsable de los productos minerales y sobre las opciones para su reutilización (ver elemento 2.4).
	Consolidar unos proveedores de materiales y recursos preferentes, seguros y responsables (ver elementos 2.4).
<b>Elemento 8.4</b>	Proporcionar a los reguladores y otros interesados análisis y datos científicamente contundentes en relación con nuestros productos y operaciones como base de decisiones reguladoras.

<b>Orientación</b>	Comprender el principio de precaucionalidad y su aplicación en el desarrollo de las políticas, e integrar esta comprensión en la planificación, diseño y revisión del ciclo de gestión (ver elementos 1.3 y 2.1).
	Como resulte más apropiado, proporcionar a los reguladores y a la comunidad científica orientación técnica y científica sobre nuestros productos y operaciones, incluido los resultados de monitorización (ver elementos 1.4, 4.1, 6.4, 7.2-7.3, 10.1-10.3).
	Colaborar en lo posible en la investigación sobre los impactos del ciclo de vida de los procesos, productos y subproductos apropiadamente (ver elementos 2.4, 4.1, 6.3, 7.2-7.3, 10.3).
	Promover la colaboración entre gobierno, industria y comunidad científica en la investigación y los programas de demostración para fomentar la mejora de la ciencia y la documentación de las políticas (ver elementos 1.4, 4.1, 6.4, 7.2-7.3, 10.1-10.3).
<b>Elemento 8.5</b>	Apoyar el desarrollo de políticas científicamente sólidas, regulaciones, estándares de los materiales y decisiones sobre la elección de los materiales que favorezcan el uso seguro de los productos basados en minerales.
<b>Orientación</b>	<p>A nivel de industria, empresa, obra y suministro en la cadena, participar en crear y compartir el conocimiento sobre disciplinas relevantes como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• regulaciones, estándares o requerimientos sobre el manejo de los materiales</li> <li>• gestión de las sustancias peligrosas</li> <li>• evaluación e identificación del riesgo</li> <li>• controles en la selección de los materiales</li> <li>• creación y regulación de los estándares de producto</li> </ul> <p>A nivel de industria, empresa, obra y suministro en la cadena, participar constructivamente en el desarrollo de las políticas de jurisdicciones relevantes (ver elementos 1.4, 4.1, 6.4, 8.4, 10.1-10.3).</p>





## 5.0 CONCLUSIÓN

La responsabilidad ambiental se ha convertido en el mantra de estos tiempos de modernidad industrial. Es decir, existe un amplio consenso en considerar la gestión ambiental como la respuesta apropiada para gestionar el daño potencial para la salud humana y el entorno, y para el uso eficiente de los recursos. Sería difícil discrepar con esta posición, aunque todos tenemos nuestra propia definición de lo que para nosotros significa responsabilidad ambiental y de lo que pensamos debe significar para los demás.

Implícito a la responsabilidad ambiental está la necesidad y la oportunidad de ir más allá de los límites empresariales tradicionales, puesto que el objetivo es mejorar la actuación económica, ambiental y social sobre el conjunto de las cadenas de valor y de los ciclos de vida. Encontrar caminos para estimular los sistemas de pensamiento y promover la innovación más allá de nuestra esfera directa de control, a la vez que se conserva el propósito propio de la empresa y la viabilidad, es un reto cultural para muchas organizaciones. La innovación en nuestras maneras de operar y pensar sobre nuestros negocios es el reto y la oportunidad intrínseca de una implementación exitosa de la gestión ambiental.

Existe un creciente apoyo general hacia el concepto de responsabilidad ambiental, que abarca todos los aspectos de la industria y a cada elemento en la cadena de actividades que conecta la extracción de los recursos mediante el procesamiento y la manufactura con el consumo, y con el ulterior destino de post-consumo de los materiales. Al reducir el riesgo de daños, la gestión ambiental es buena para la sociedad. Igualmente, la conservación de los recursos y su uso eficiente tiene buena lógica y, además, buen negocio, como muchas empresas ya han descubierto. El sector de los minerales ha sido líder en la aplicación de los principios de responsabilidad ambiental para sus actividades y los beneficios para las empresas y para la sociedad son ya evidentes.

El apoyo intrínseco a la responsabilidad ambiental tiene un considerable número de promotores. Desde grupos de la ecología y de la sociedad (a menudo congregados sobre una versión de principios de precaución), los reguladores gubernamentales y las empresas mismas. Las cadenas de influencia resultantes pueden ser extraordinariamente poderosas para la consecución de los principios y prácticas de la gestión ambiental. Por tanto, una compañía manufacturera puede especificar que sólo adquirirá productos de un proveedor, quizás una empresa de procesamiento de minerales, si el proveedor cumple un determinado nivel de responsabilidad ambiental en su propio negocio. Este comportamiento puede repetirse sobre los eslabones inferiores de la cadena si los consumidores expresan sus preferencias y las empresas de reciclado demandan la segregación de los desechos antes de que puedan ser eficientemente recuperados. La continuación de la cadena también enlaza con los proveedores que pueden rechazar el suministro a los clientes a menos que éstos establezcan unas ciertas garantías de uso responsable.

El público juzga a la industria minera, de hecho, a cualquier tipo de industria, sobre la base de sus peores integrantes. Este manual muestra algunos casos del excelente trabajo llevado a cabo por la industria minera en la aplicación de los principios de responsabilidad ambiental. Se presentan estudios de caso australianos y algunos internacionales, porque esta es una verdadera industria global en la que las compañías australianas son grandes participantes.



## REFERENCIAS

- ANZECC, 1998, *Towards sustainability: achieving cleaner production in Australia*, Australia and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra, p. 80.
- Baird, G 2005, *Eco-efficiency in Pinjarra efficiency upgrade*. Eco-efficient entrepreneur series, WA Sustainable Industry Group, Perth.
- Bossilkov, A et al. 2005, *Regional synergies for sustainable resource processing: a status report*, Centre for Sustainable Resource Processing, Perth.
- Brezet, H et al. 1997, *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption*, United Nations Environment Programme, Paris.
- DeSimone, L & Popoff, F 1997, *Eco-efficiency: The business link to sustainable development*. 1st edn, the World Business Council for Sustainable Development, The MIT Press, Cambridge, p. 280.
- Environment Australia, 2000, *Cleaner production, best practice environmental management in mining*, Canberra.
- Environment Australia, 2001, *Product innovation: the green advantage (an introduction to design for environment for Australian businesses)*, Canberra.
- Fava, JA, Denison, R, Jones, B, Girran MA, Vigor, B, Selke, S & Barnum, J 1991 *A technical framework for life cycle assessment*, Society of Environmental Toxicology and Chemistry and the SETAC Foundation for Environmental Education, Pensacola, p. 1.
- International Council of Mining and Metals, 2006, *Maximizing Value: Guidance on implementing materials stewardship in the minerals and metals value chain*, London.
- Minerals Council of Australia 2004, *Enduring value - the Australian minerals industry framework for sustainable development*, Minerals Council of Australia, Canberra.
- Minerals Council of Australia 2004, *Enduring value - the Australian minerals industry framework for sustainable development*, Guidance for implementation, Minerals Council of Australia, Canberra.
- Ministerial Council on Petroleum and Mineral Resources and Minerals Council of Australia, 2003, *Strategic Framework for Tailings Management*, ISBN 0 642 72243 9.
- Ministerial Council on Petroleum and Mineral Resources and Minerals Council of Australia, 2006, *Strategic Water Framework for Water Management the Minerals Industry*, ISBN 0 642 72522 5.
- New Zealand Business Council for Sustainable Development, 2003, *Business guide to a sustainable supply chain*, Auckland, p. 52.
- Twigge-Molecey, C 2004, *Approaches to plant design for sustainability in green processing*, (Second International Conference on Sustainable Processing of Minerals, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Fremantle.
- UNEP Cleaner Production Centre, 2004, *Energy and water reuse at Queensland Nickel Refinery*, University of Queensland, Brisbane, p.8.
- USEPA, 1992, *Facility pollution prevention guide*, United States Environmental Protection Agency, Washington, p.140.

van Beers, D et al., 2005, *Capturing regional synergies in the Kwinana industrial area: 2005 status report*, Centre for Sustainable Resource Processing, Perth.

van Berkel, R 2002, *Application of cleaner production principles and tools for eco-efficient minerals processing*, proceedings Green Processing 2002: international conference on the sustainable processing of minerals, Australian Institute of Mining and Metallurgy, Cairns.

van Berkel, R et al., 'Sustainability as a framework for innovation in minerals processing', *The AusIMM Bulletin: the Journal of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, 2004, pp. 80-86.

van Berkel, R et al. 2005, *Eco-efficiency for design and operation of minerals processing plants*, CHEMECA 2005, Institute for Chemical Engineering Australia, Brisbane.

van Berkel, R 2006, *Regional Resource Synergies for Sustainable Development in Heavy Industrial Areas: an overview of opportunities and experiences*, Curtin University of Technology, Perth, p.112.

WBCSD, 2000, *Eco-efficiency: creating more value with less impact*, World Business Council for Sustainable Development, Geneva, p.32.

## PÁGINAS WEB

- Oficina Australiana para el Efecto Invernadero (AGO) - [www.greenhouse.gov.au](http://www.greenhouse.gov.au)
- Instituto Austral-Asiático para la Minería y la Metalurgia - [www.ausimm.com.au/](http://www.ausimm.com.au/)
- Convenio de Basilea sobre Materiales Peligrosos - [www.basel.int/](http://www.basel.int/)
- Centro para el Procesamiento Sostenible de los Recursos - [www.csrp.com.au](http://www.csrp.com.au)
- Departamento de Industria, Turismo y Recursos - [www.industry.gov.au](http://www.industry.gov.au)
- Programa de Desarrollo Sostenible Leading Practice  
[www.industry.gov.au/sdmining](http://www.industry.gov.au/sdmining)
- **MCMPR - [www.industry.gov.au/resources/mcmpr](http://www.industry.gov.au/resources/mcmpr)**
- Departamento de Medioambiente y Patrimonio - [www.deh.gov.au](http://www.deh.gov.au)
- Green Lead - [www.greenlead.com](http://www.greenlead.com)
- Consejo Internacional sobre Minería y Metales (ICMM) - [www.icmm.com](http://www.icmm.com)
- ICMM Principios del Desarrollo Sostenible - [www.icmm.com/icmm\\_principles.php](http://www.icmm.com/icmm_principles.php)
- **Código Internacional para la Gestión del Cianuro - [www.cyanidecode.org](http://www.cyanidecode.org)**
- Consejo de Minerales de Australia - [www.minerals.org.au](http://www.minerals.org.au)
- Valor Perdurable - [www.minerals.org.au/enduringvalue](http://www.minerals.org.au/enduringvalue)
- Convenio de Montreal  
[www.jus.uio.no/lm/air.carriage.unification.convention.montreal.1999/](http://www.jus.uio.no/lm/air.carriage.unification.convention.montreal.1999/)
- Joyería Responsable - [www.responsiblejewellery.com/](http://www.responsiblejewellery.com/)
- Right Ship - [www.rightship.com/](http://www.rightship.com/)
- Minería Responsable - [www.responsiblemining.net/](http://www.responsiblemining.net/)
- Convenio de Róterdam - [www.pic.int](http://www.pic.int)
- Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a nivel Internacional  
[www.chem.unep.ch/saicm/](http://www.chem.unep.ch/saicm/)
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes  
[www.pops.int/](http://www.pops.int/)
- **The LEAD Group Inc. - [www.lead.org.au](http://www.lead.org.au)**
- “Plomo Verde - ¿oxímoron o visión de futuro?  
[www.lead.org.au/bblp/Green\\_lead/index.htm](http://www.lead.org.au/bblp/Green_lead/index.htm)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente - [www.unep.org/](http://www.unep.org/)
- Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible - [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### **Cadena de valor**

Son los procesos y las prácticas empleados en la producción y uso de un material/producto que colectivamente componen el valor de un producto.

### **Ciclo de vida**

Para realizar tal evaluación una compañía necesita examinar cada paso en el ciclo de vida de un producto, incluyendo aquellos que son fáciles de pasar por alto, como por ejemplo el destino de un producto después de su vida útil.

Como es típico, estos pasos incluirán la extracción y el procesamiento de los materiales; su fabricación, transporte y distribución; uso, reutilización, mantenimiento; reciclado y eliminación final.

### **Diseño para el medioambiente (o eco-diseño)**

Es una propuesta que estudia el ciclo de vida completo de un producto y propone cambios en su diseño para minimizar su impacto ambiental desde su fabricación y distribución y durante su vida útil.

### **Eco-eficiencia**

La eco-eficiencia "se alcanza al proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfagan las necesidades humanas y aporten calidad de vida, al tiempo que reducen progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta".

### **Ecología industrial**

La aplicación de los principios fundacionales de la ecología (equilibrios dinámicos) en las operaciones industriales, es decir, la conversión de corrientes de desechos (incluido subproductos) a corrientes de recursos.

### **Extensión de la responsabilidad del productor**

La aplicación de la responsabilidad de gestionar los impactos sociales y ambientales de un producto al final de su vida útil por parte del fabricante (o marca) del producto.

### **Gestión adaptativa**

Proceso sistemático para mejorar de manera continua la política y prácticas de gestión a partir de los resultados de programa operativos. La Guía de Buenas Prácticas sobre Minería y Biodiversidad del ICMM se refiere a la gestión adaptativa como 'hacer-controlar-evaluar-revisar'.

### **Licencia social para operar**

La licencia social es el reconocimiento y aceptación de la contribución de una empresa a la comunidad en la que opera, yendo más allá del cumplimiento de los requisitos legales para desarrollar y mantener relaciones constructivas con las partes interesadas necesarias para que el negocio sea sostenible. En general procede de esforzarse por mantener relaciones basadas en la honestidad y el respeto mutuo.

### **Producción más limpia**

Se refiere a la continua aplicación de una estrategia de procesos, productos y servicios de forma integrada, preventiva y ambiental de manera que se incremente la eficiencia y se reduzcan los riesgos para los humanos y el medioambiente. Al reducir la contaminación y los residuos en origen, poniendo esfuerzo en mejoras continuas, una producción más limpia puede aportar beneficios tanto económicos como ambientales.

### **Responsabilidad ambiental**

La responsabilidad ambiental (también conocida como responsabilidad ambiental de los materiales) es un término integrador que engloba el producto, el proceso y la gestión de los recursos. Describe un programa integral de acciones encaminadas a asegurar que todos los materiales, procesos, productos y/o servicios se producen, consumen y eliminan a lo largo de su ciclo de vida de una manera social y ambientalmente responsable.

### **Responsabilidad ambiental de los materiales**

Abarca el enfoque de la responsabilidad ambiental puesto que afecta a los recursos, a los procesos y a los productos, englobando de esta forma el ciclo de vida al completo.

### **Responsabilidad ambiental de los recursos**

Cubre un programa de acciones encaminadas a asegurar que los aportes de un recurso a un proceso (incluido minerales, agua, productos químicos y energía) son empleados para su uso más eficiente y apropiado.

### **Responsabilidad ambiental del proceso**

Comprende un programa de acciones centradas en asegurar que los procesos (tales como beneficiación, floculación, triturado, separación gravimétrica y otros utilizados para producir mena, concentrados y otros derivados) se realizan de una manera social y ambientalmente responsable.

### **Responsabilidad ambiental del producto**

Este es quizás el tipo de responsabilidad ambiental más conocido, puesto que se trata de un enfoque centrado en el producto para proteger la salud humana y el entorno. Trata de minimizar el impacto neto ambiental derivado del uso del producto (incluido su manufactura, distribución, uso y gestión del residuo) mediante el producto y el diseño del sistema del producto, además de controles reguladores y la disposición apropiada de información sobre la gestión para todos los implicados. Este es un enfoque centrado en el producto que intenta construir compromisos a lo largo de la cadena de valor, incluidos los clientes.

Bajo un amplio esquema de Responsabilidad, o Gestión Ambiental, del Producto incluimos a otros participantes (socios) que podrían compartir responsabilidad, como es el caso de los consumidores (uso responsable y gestión de los deshechos) y de las empresas de reciclaje o gestores de residuos que tratan con estos productos al final del ciclo.

### **VOCs**

Los Volatile organic compounds (compuestos orgánicos volátiles) son emitidos como gases a partir de ciertos sólidos o líquidos. Algunos VOCs tienen efectos sobre la salud a corto y a largo plazo. Los compuestos orgánicos son ampliamente utilizados como ingredientes para productos domésticos como pinturas, barnices, cera y muchos productos de limpieza, desinfección, cosmética y entretenimiento.

## APÉNDICE A: EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA

El marco metodológico para la evaluación del ciclo de vida se compone de los siguientes cuatro elementos:

- definición del alcance y los objetivos
- inventario del ciclo de vida
- evaluación del impacto del ciclo de vida
- interpretación del ciclo de vida.

Con la primera de estas etapas se establecen los límites del producto o de la planta en estudio, cubriendo a este nivel los procesos involucrados en la extracción de los recursos y el procesamiento de los minerales. El inventario del ciclo de vida abarca la construcción de un inventario a estudiar de recursos y desechos del sistema.

Los aportes pueden ir desde los materiales consumidos en las actividades de exploración y subsiguiente excavación, incluida la mena misma y las sustancias necesarias para el tratado y el refinado, además de los materiales utilizados en la fabricación de los productos. El agua del proceso también puede ser incluida en este apartado. Igualmente, un presupuesto energético podría incluir aportes como derivados del petróleo, gas, carbón o energía eléctrica.

La evaluación del impacto en el ciclo de vida se basa en el ejercicio de pensar en la selección de las categorías de impacto y después en la adopción de herramientas para su evaluación. Por ejemplo, se podría informar de las contribuciones al calentamiento global en términos de equivalencia al dióxido de carbono, de la acidificación en términos de equivalencia al dióxido de azufre y de la nitrificación en términos de equivalencia al fosfato.

La fase final es la interpretación del ciclo de vida, que repasa los resultados de las etapas anteriores respecto a los datos y a las incertidumbres metodológicas, para llegar a resultados significativos sobre qué parte del sistema contribuye más a cada una de las categorías de impacto ambiental estudiadas (también llamada análisis de la contribución). Esta interpretación del ciclo de vida es la que alimentará después los procesos de toma de decisiones sobre cómo responder a los impactos directos e indirectos identificados. Tales decisiones considerarán tanto las dimensiones económicas como las ambientales y, algunas veces, las dos irán de la mano, porque al reducir el consumo de energía la empresa ahorra dinero y reduce a su vez los gases invernadero y otros contaminantes asociados a la generación de electricidad que se realiza en otros lugares.

El desarrollo de una evaluación del ciclo de vida es un proceso inductivo e iterativo, con la identificación uno por uno de cada paso individual. Es posible que se pasen por alto uno o dos pasos o que su importancia no quede suficientemente reconocida en el transcurso de la evaluación. Una amplia consulta puede ayudar a asegurar que todos los pasos estén identificados y sus ramificaciones tenidas en cuenta.

Esto puede implicar a los especialistas técnicos de la empresa además de a los ejecutivos, pero debería extenderse a las consideraciones de carácter regulador y también tener en cuenta las consideraciones del público, que puede participar de comité consultivo de la comunidad previamente establecido.

Así la evaluación del ciclo de vida puede incluir elementos de evaluación del riesgo, como una forma de identificar los puntos claves de la evaluación sobre los que podría haber divergencia de opiniones. Los clásicos tratamientos del riesgo, como se expone en la norma AS/NZS 4360, entrañan la consideración del peligro intrínseco, la probabilidad de exposición al peligro y las posibles consecuencias de dicha exposición. Al tratar con una circunscripción amplia, sin embargo, es necesario tener en cuenta las percepciones del riesgo, que a menudo se diferenciarán de las contenidas en la norma AS/NZS 4360, de carácter menos personal. La experiencia demuestra que los miembros de la comunidad son más propensos a sobreestimar el riesgo, mientras que los representantes de la industria lo son a subestimarlos, especialmente en su propia industria o sector. Para asegurar la aceptabilidad a cualquier esquema de gestión ambiental es importante que la opinión de la comunidad sea tenida en cuenta y que dichas preocupaciones estén cubiertas de manera adecuada por las prácticas industriales.

## APÉNDICE B: CASOS ESPECÍFICOS

**B1:** Un ejemplo de responsabilidad ambiental de los recursos son los sistemas de ecología industrial como el sistema de gestión del agua que funciona en Central Queensland. En este sistema, el agua potable se utiliza inicialmente para su uso más valioso y apropiado, el suministro de agua potable para la localidad de Rockhampton, antes de ser transferida a las conducciones de aguas residuales. Sin embargo, en vez de verter el agua residual tratada al río local, el agua de baja calidad se encauza ahora para el uso industrial hasta la cercana Refinería de Aluminio de Queensland en Gladstone, donde sustituye al agua potable de buena calidad. Parte del caudal de aguas residuales se utiliza en la Estación Energética de Gladstone para el tratado de las cenizas, aunque la refinería de aluminio necesita 6.5 megalitros al día, reduciendo su consumo de agua potable en esta cantidad. Por tanto, en estas dos etapas de su ciclo de vida, el agua se utiliza en su uso más eficiente y apropiado. Actualmente no es posible un mayor tratamiento de las aguas residuales industriales para restaurarles valor puesto que se emplea para transportar desperdicios sólidos de la refinería. Más información sobre el proyecto está disponible en la página web [www.csrp.com.au/database/au/glad/qal\\_effluentreuse.html](http://www.csrp.com.au/database/au/glad/qal_effluentreuse.html) .

**B2:** Un ejemplo de esquema de co-regulación es el programa de Gestión Ambiental del Aceite dirigido a recuperar lubricantes y aceites, que se lleva a cabo conforme al Commonwealth Product Stewardship (Oil) Act 2000 para la recuperación y el reciclado de lubricantes y aceites usados. Más detalles e informes anuales están disponibles en la página web [www.deh.gov.au/about/publications/annual-report/03-04/reports-oil-stewardship.html](http://www.deh.gov.au/about/publications/annual-report/03-04/reports-oil-stewardship.html) .

**B3:** Los sectores de las televisiones y de los neumáticos se han acercado a los gobiernos australianos para desarrollar una “trama regulada y segura”, que asegure un nivel en el terreno de juego al requerir similares resultados de los no participantes en los esquemas de un sector voluntario. El mismo motivo condujo al desarrollo de las Medidas de Protección del Medioambiente Nacional (NEPM) para los Materiales de Envases Usados que son la base del voluntario Pacto Nacional sobre Envases. Las NEPT se prorrogaron en 2005 por cinco años más y más información está disponible en la página web [www.ephc.gov.au/nepms/upm/upm\\_intro.html](http://www.ephc.gov.au/nepms/upm/upm_intro.html) .

**B4:** Otros sectores han desarrollado esquemas de co-regulación, notablemente mediante el trabajo del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). La WBCSD fue creada para coordinar las aportaciones de la industria mundial a la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río. Fomenta el desarrollo sostenible y ha administrado elementos en sus áreas de programa principales de eco-eficiencia, responsabilidad social corporativa y responsabilidad sobre la transparencia. El desarrollo de un enfoque co-regulador no excluye a los gobiernos considerar otras alternativas como la completa regulación, si con los esquemas voluntarios no se obtiene resultados tangibles. Más información sobre los esquemas de gestión ambiental está disponible en la página de web del WBCSD [www.wbcd.org/](http://www.wbcd.org/) .

**B5:** En Australia, los objetivos de la eco-eficiencia están por ejemplo expresados en los Acuerdos de Eco-Eficiencia, que sirven de nexo entre las asociaciones industriales australianas y el Departamento Estatal de Medioambiente y Patrimonio. Los Acuerdos de Eco-Eficiencia son acuerdos voluntarios por tres años. Su contenido es flexible y puede diseñarse a la medida de las necesidades y requerimientos de las diferentes industrias y sectores empresariales. Un Acuerdo permite a las asociaciones de la industria traspasar las prácticas estándar y trabajar con sus miembros para implementar estrategias de cambio prácticas y efectivas que puedan



generar beneficios financieros y medioambientales. A mediados de 2005 el Departamento de Medioambiente y Patrimonio había firmado 25 Acuerdos de eco-eficiencia con las asociaciones industriales. El sector de los minerales no estaba representado directamente, aunque bastantes de sus clientes y proveedores sí lo estaban. Además, cada Cámara de Comercio e Industria estatal y territorial (o miembro equivalente) había llegado a algún acuerdo con la Commonwealth. Más información sobre este asunto está disponible en la página web <http://eriss.erin.gov.au/settlements/industry/corporate/eecp/agreements/index.html>.

**B6:** Las industrias australianas de la bauxita y el aluminio son parte de una industria globalizada y, además de su compromiso con la Asociación Asia Pacífico por el Clima y el Desarrollo Limpio y con los programas australianos, como el Greenhouse Challenge o el Challenge Plus, están comprometidas con la iniciativa de sostenibilidad mundial del aluminio "Aluminium for Future Generations". La Aluminium for Future Generations Initiative (Iniciativa del Aluminio para las Generaciones Futuras) es un programa de mejora continua por parte de la industria del aluminio, supervisado por el Instituto Internacional del Aluminio (IAI). Comprende doce objetivos voluntarios y abarca todas las fases clave en ciclo de vida del aluminio. Las actuaciones de la industria para alcanzar estos objetivos se valoran anualmente por medio de veintidós indicadores de actuación. El número de objetivos voluntarios crece año a año. Una copia de la última actualización está disponible en la página web [www.world-aluminium.org/iai/publications/documents/update\\_2005.pdf](http://www.world-aluminium.org/iai/publications/documents/update_2005.pdf).