

**Centro de
Promoción de
Tecnologías
Sostenibles**

CPTS

**al servicio
del país,
promoviendo
la Producción
Más Limpia**





El CPTS, una institución boliviana exitosa

La presencia de USAID en Bolivia data del año 1964, con apoyo a iniciativas de desarrollo humano y crecimiento económico para el beneficio de las familias bolivianas.

En el tema de Producción más Limpia, la historia es larga y refleja un compromiso similar. Son 14 años continuos de apoyo a los esfuerzos bolivianos por prevenir la contaminación ambiental y promover un desarrollo sostenible de las industrias nacionales. El CPTS es un heredero y a la vez un impulsor de estos esfuerzos.

En todo este tiempo el CPTS ha materializado un apoyo en el marco de la excelencia técnica, la confidencialidad y responsabilidad con una vocación de enseñanza y servicio que es ampliamente reconocida en el sector. Se trata de una institución con vida propia, que hoy comienza una nueva etapa.

Pero la actividad en busca de una producción más limpia puede ayudar a entender al CPTS, mas no explicarlo completamente. Se trata de una institución cuya actividad ha llegado a cubrir muchos otros campos.

Hemos trabajado junto al CPTS en el desarrollo de iniciativas de Responsabilidad Social Empresarial, generación de nuevas tecnologías, apoyo financiero a empresas y la formación de profesionales universitarios bolivianos.

Estamos convencidos de que se trata de una organización con mucho potencial y mucha historia por ser escrita en favor del desarrollo de las empresas bolivianas y, por lo tanto, de fuentes de empleo para sus compatriotas.

Se cierra un ciclo y se abre otro. Deseamos agradecer a la Cámara de Industrias, a las empresas participantes y especialmente a ese grupo de profesionales bolivianos que conforman el CPTS, por habernos permitido aportar al cumplimiento de sus metas durante todo este tiempo.

USAID tiene un profundo compromiso con Bolivia y con los bolivianos. Deseamos seguir trabajando con instituciones como la que hoy nos toca reconocer, para avanzar juntos en el desarrollo de Bolivia.

Holly Ferrette

Directora

Oficina de Crecimiento Económico Sostenible
y Medio Ambiente
USAID / BOLIVIA



El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) desde hace siete años recibe el apoyo del Reino de Dinamarca a través del programa Sectorial de Recursos Naturales y Medio Ambiente (PRNMA) constituyéndose en un valioso socio para el desarrollo del sector medioambiental de Bolivia. La fase de apoyo en actual ejecución que concluye en el 2011, está demandando una inversión de la cooperación danesa de más de cinco millones de dólares

El CPTS en estos últimos años ha logrado desarrollar tecnologías más limpias en la industria, mostrando una alta capacidad técnica, eficiencia y calidad. La agroindustria relacionada con el procesamiento de la quínoa y la minería son algunos de los rubros entre otros, que se han

beneficiado con la incorporación de la tecnología generada por el CPTS. Los empresarios que han invertido en la aplicación de la tecnología generada han visto rápidamente los buenos efectos de esta aplicación tanto medioambiental como económicamente.

Dinamarca se encuentra complacida de haber contribuido a la consolidación del CPTS. Sin embargo es necesario subrayar que el gran desafío es hacer del CPTS una institución sostenible para lo cual se precisará la decidida participación de los actores del sector productivo y de la Cámara Nacional de Industria, institución que ha sido la promotora e impulsora de su creación.

Morten Elkjaer

Excelentísimo Embajador del Reino de Dinamarca



Carlos Enrique Arze Landívar, destacado profesional, profesor emérito de la Universidad Mayor de San Andrés, fundador, ex Director Ejecutivo del CPTS y actual miembro del Directorio y la Asamblea de la Institución.



Mensaje del Presidente del Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, Viktor de los Heros

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), en sus 14 años de vida ha trabajado promoviendo el concepto y las prácticas de Producción Más Limpia (PML) en los sectores productivos y de servicios de la economía boliviana, jugando un papel articulador de la oferta y la demanda de servicios de PML en el país.

Durante estos 14 años el CPTS ha logrado situarse como un referente en PML y medio ambiente tal vez el más importante, serio y confiable de Bolivia con repercusiones en el exterior dignas de ser imitadas por cualquier institución científica de esta índole. Los logros obtenidos durante estos 14 años exceden abundantemente el proyecto que este instituto se trazó al empezar este camino interesante y sobre todo responsable para el entorno social y empresarial.

En esta importante fecha quiero manifestar mi respeto y admiración a todo el plantel que conforma el CPTS por el extraordinario trabajo ejecutado durante todo este tiempo y desearles muchos más éxitos para bien de toda la sociedad y de las generaciones por venir. El desafío es grande y el compromiso con la sociedad es aun mayor, el CPTS tiene la obligación de dejar no solo huella de su compromiso con la PML sino el de formar a la nueva generación en todos los aspectos, sean estos científicos, filosóficos como prácticos de la PML.

También a nombre del CPTS agradezco el apoyo recibido durante estos 14 años de la cooperación internacional, tales como la de la agencia de cooperación de los Estados Unidos - USAID, del Reino de los Países Bajos, del Banco Mundial, y la Secretaría de Estado para la Economía de Suiza (SECO), entre otros; así como el decidido apoyo de la Cámara Nacional de Industrias que impulsó su desarrollo.
FELICIDADES CPTS



Como Presidente de la Cámara Nacional de Industrias (CNI), es un motivo de gran satisfacción, el poder expresar en esta oportunidad nuestras sinceras felicitaciones al Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS), nuestro brazo técnico; más aún en esta oportunidad en la que concluye el proceso de ayuda técnica y financiera de USAID Bolivia luego de 14 años de exitoso trabajo conjunto, y otros siete años de apoyo permanente del Reino de Dinamarca.

Cabe mencionar que los lazos que unen la CNI con el CPTS desde su creación, se traducen en que ambas instituciones persiguen objetivos comunes para que la Producción Más Limpia (PML) sea una práctica cada vez más aplicada dentro de los procesos productivos del país.

La CNI como Entidad que aglutina a la industria nacional, promueve la ejecución de los procesos productivos cuidando el medio ambiente, porque creemos en el desarrollo industrial sostenible y en la Responsabilidad Social Empresarial (RSE).

En nuestra visión industrial e institucional, el cuidado del medio ambiente y su sostenibilidad es una de las más importantes líneas estratégicas y es en ese marco que la Producción Más Limpia es el instrumento adecuado, entendida ésta como una estrategia ambiental preventiva e integrada a los procesos productivos.

Como antecedentes, podemos mencionar que desde el año 1996, los industriales del país, preocupados por el medio ambiente, trabajamos en un proyecto de Prevención de la Contaminación, recibiendo el apoyo de USAID, a través del Programa EP3. Posteriormente, ese proyecto creció, se fusionó con otros y dio inicio al Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, con la participación de la CNI.

Para el sector industrial, los emprendimientos del CPTS a lo largo de todos los años, cobran relevancia, toda vez que estamos convencidos que la PML es fundamental, porque introduce los conceptos de ahorro en materias primas, insumos, agua y energía; y ha innovado procesos y desarrollado tecnologías más amigables con el medio ambiente.

En sus 14 años de vida, el CPTS alcanzó importantes logros que se plasman en 124 diagnósticos de Producción Más Limpia en diferentes tipos de empresas dedicadas a diversos rubros.

También debemos destacar la labor de esta Institución que desde el inicio ha desarrollado múltiples acciones en el campo de la asistencia técnica, capacitación, e instrumentos técnicos como es el caso de las Guías Técnicas de Producción Más Limpia. Quiero destacar además, su importantísimo aporte al sector de la quínoa con el desarrollo de la tecnología (maquinaria y equipo) para este importante sector. Es nuestro deseo que a esta iniciativa se sumen no sólo los empresarios y autoridades nacionales, sino cada ciudadano, cada habitante de nuestro país, para lograr un beneficio colectivo de nuestra nación.

Mil felicidades al CPTS por sus 14 años de esmerado y fructífero trabajo.

Daniel Sánchez

Presidente

Cámara Nacional de Industrias



**Antonio José
Ruiz Michel**

Director Ejecutivo CPTS

LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y POR QUÉ EL CPTS LA PROMUEVE Y ALIENTA

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha definido la Producción Más Limpia (PML) como “la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios para incrementar la eficiencia y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente”. La PML puede ser aplicada a los procesos empleados en cualquier industria, a los productos mismos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad.

Sin embargo, la PML no es un conjunto de normas o técnicas rígidas, es más bien una forma de enfrentar los problemas ambientales de manera flexible, partiendo del conocimiento pleno de los procesos productivos y del uso adecuado de los factores productivos, esto es recursos humanos, recursos tecnológicos y materias primas e insumos productivos. La correcta selección de materias primas, el mejor aprovechamiento de la tecnología que dispone la empresa, así como la apropiada organización y secuencia de las distintas etapas de

volúmenes de sus desechos y por consiguiente la inversión, incluidos los costos de operación y mantenimiento, en una planta de tratamiento, si es que ésta fuese necesaria.

Además de estas ventajas, la introducción de medidas de PML permite mejorar notablemente la calidad del producto final, pues al estar íntimamente vinculadas a los procesos productivos, permiten una evaluación permanente de los insumos productivos y de cada una de las operaciones. También permite un mejor desempeño de los técnicos y operarios de planta, pues en este nuevo escenario se sienten más motivados. Su capacitación y participación en la planificación y aplicación de las medidas de PML es de vital importancia, y como lógica consecuencia, adquieren mayores niveles de conciencia y resultan los más indicados para nuevas iniciativas. Y, en consecuencia, mejora la imagen y el prestigio de la empresa.

Para una empresa o industria, la reducción de la contaminación en el origen, es decir, durante el proceso productivo, implica un triple beneficio: reducción de sus costos de producción, reducción de sus niveles de contaminación y reducción de la exposición de sus trabajadores y del entorno social que le rodea.

Sin embargo, más allá de esta definición formal, la PML debe entenderse como una filosofía, es decir, como una forma de pensar que intenta explicar y resolver las relaciones entre los problemas de la contaminación (como efecto de la actividad productiva) y las causas que la originan (los factores que intervienen en el proceso productivo), y cuyos principios fundamentales son la prevención de la contaminación y la eficiencia energética. Es comprender que la contaminación no es sólo un problema tecnológico, sino, fundamentalmente, una mejor gestión y mejores prácticas productivas. En este entender, juegan un papel preponderante las actitudes, los enfoques y el asumir que la gestión ambiental debe ser parte integrante de la gestión global de las empresas.

Su aplicación debe ser, en lo posible integral y sistemática, y debe involucrar al conjunto de los actores que participan en la producción. De ahí que la puesta en práctica de medidas de PML tiene como requisito de partida, por una parte, que los directivos y la gerencia de la empresa tengan la plena convicción de la pertinencia y factibilidad de su aplicación; y, por otra, que en las distintas fases de su implementación se contemple la participación activa de los niveles gerenciales, de los mandos intermedios, de los operadores en general y de la administración de la empresa. Si cada uno de estos actores, de acuerdo a sus competencias y en el área que le corresponde, aplica de manera cotidiana medidas preventivas y de eficiencia energética, la empresa dejará de desperdiciar agua, energía, materias primas y otros insumos. En consecuencia, verá reducir sus gastos y sus niveles de contaminación, con el consiguiente incremento de su productividad.

La convicción de la Gerencia y la educación del personal son las armas principales; la organización y la gestión eficiente, junto a la adaptación de la tecnología existente y la introducción de tecnologías más limpias, son, en muchos casos, más efectivas que el uso de tecnologías de punta.

una operación o de un proceso productivo, son algunos de los aspectos que garantizan la aplicación exitosa de las medidas de PML.

La reducción de la contaminación en el origen, es decir, durante el proceso productivo, implica varias

En la actualidad, se estima que el 70% de los residuos y emisiones que genera la actividad industrial se puede prevenir en el origen a través de métodos y procedimientos que son técnica y económicamente accesibles, con los consiguientes beneficios que se mencionaron anteriormente.

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) ha trabajado durante 14 años promoviendo la introducción de la filosofía y prácticas de PML en el país, y considera que es la opción más adecuada para el fortalecimiento y crecimiento del aparato productivo nacional.

ventajas. Está claro que la empresa puede encarar sus problemas de contaminación obteniendo un triple beneficio: reducción de sus costos de producción, reducción de sus niveles de contaminación y reducción de la exposición al riesgo de sus trabajadores y del entorno social que la rodea. Por otra parte, además de reducir los costos unitarios de producción, se reducen los

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) ha trabajado durante 14 años promoviendo la introducción de la filosofía y las prácticas de PML en el país y considera que es la opción más adecuada para el fortalecimiento y crecimiento del aparato productivo nacional. Esta es la razón del compromiso que tiene nuestra organización para promover la PML en nuestro país.



Equipo técnico y administrativo del Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS).

Los resultados alcanzados por el CPTS en 14 años de trabajo estrecho con las empresas de nuestro país, no habrían sido posibles sin la decidida participación de la Cooperación Internacional, las empresas, autoridades gubernamentales y personalidades que acompañaron nuestra labor. El CPTS quiere agradecer, por la confianza y apoyo permanente, al pueblo de los Estados Unidos de América, a través de su Agencia para el Desarrollo Internacional USAID y al pueblo de Dinamarca, a través de la Embajada Real de Dinamarca. Asimismo, a la Cámara Nacional de Industrias, nuestro aliado principal, por habernos acogido en sus instalaciones. A Carlos Enrique Arze Landívar, ex Director Ejecutivo, por su dedicación y ejemplo. Al Directorio y Asamblea del CPTS, por su tiempo y confianza; y al Dr. Roger Carvajal, Viceministro de Ciencia y Tecnología, por su apoyo permanente.



Rol del CPTS en la ALIANZA QUINUA

tecnologías para la producción agrícola y beneficiado de la quinua

El desarrollo de tecnología de Producción Más Limpia (PML) para el beneficiado de la quinua se inició el año 2001, con el apoyo de USAID y la Embajada Real de Dinamarca, a partir de resultados de diagnósticos de PML realizados en cinco empresas dedicadas a esta actividad: JATARI, ANAPQUI, IRUPANA, AVSA y Cereales Andina.

Las ineficiencias identificadas en las cinco empresas tenían un origen común relacionado al uso de tecnología adaptada de otros procesos productivos. Por ejemplo, todas las empresas, sin excepción, utilizaban el mismo tipo de escarificador, que es una adaptación de la tradicional peladora de arroz. Las características de esta tecnología determinaba pérdidas considerables de materia prima, e impedía obtener un subproducto con la calidad suficiente como para ser comercializado (polvo de saponina) por estar éste contaminado con impurezas. Otro ejemplo de adaptación inapropiada de tecnología era el sistema de lavado y despedregado de la quinua por vía húmeda, caracterizado por una prolongada permanencia del grano en el agua y, por tanto, responsable de pérdidas de proteína soluble y de sales minerales principalmente de potasio, magnesio y calcio. Estas pérdidas no sólo correspondían a la masa de grano, de hasta el 8%, sino también a la calidad del mismo (i.e. por la pérdida de nutrientes).

A partir de los cinco diagnósticos de PML, el CPTS desarrolló tecnología de PML específica para el beneficiado del grano de quinua, que consiste de un sistema de limpieza por vía seca, un sistema de limpieza por vía húmeda, y un sistema de secado, todos ellos caracterizados por ser eficientes tanto en términos de rendimiento de la materia prima y de la calidad del producto, como en los consumos

específicos de agua, energía eléctrica y gas natural o GLP para el secado.

La Alianza Quinua y la nueva tecnología

El primer prototipo de tecnología de PML diseñado por el CPTS, fue construido por Industrias Metálicas Andina (IMA) e instalado en Andean Valley S.A. (AVSA) como un proyecto demostrativo que tuvo como propósito hacer un seguimiento a su funcionamiento, y así poder efectuar mejoras. Para el efecto, se estableció una alianza preliminar entre el CPTS, IMA y AVSA. El prototipo instalado en

la Alianza Quinua: ANAPQUI, CECAOT, IRUPANA, QUINUABOL y Cereales Andina. La capacidad de beneficiado de estas empresas antes del 2006 era de unas 3.000 TM / año; y, con la implementación de la nueva tecnología, dicha capacidad fue incrementada en cinco veces (i.e. un poco más de 15.000 TM / año), habiendo, al mismo tiempo, mejorado la calidad del producto y reducido los costos de producción.

La producción total de quinua en Bolivia es cercana a 26.000 TM / año (INE 2008). De esta cantidad, solamente 10.300 TM se exportaron como producto beneficiado con certificación orgánica (dato INE 2008), y se estima que cerca de 10.000

El respaldo demostrado por la Plataforma Quinua al desarrollo de la tecnología agrícola es altamente significativo, y es una muestra de que el gobierno boliviano le está dando la importancia que corresponde al desarrollo del complejo productivo de la quinua, como un asunto de carácter estratégico, no sólo para la economía de la parte occidental de Bolivia, sino para el país en su conjunto.

AVSA permitió mostrar a las empresas del rubro las bondades de la nueva tecnología, lo cual dio lugar a que la alianza preliminar incorpore a nuevos miembros, y se conforme la actual Alianza Quinua. Un primer resultado del proyecto demostrativo instalado en AVSA, fue la implementación, a partir del año 2006, de la tecnología mejorada en las siguientes cinco empresas socias de

TM fueron exportadas principalmente al Perú vía contrabando. El precio actual de la quinua bruta trillada es de US\$ 2.300 / TM, en tanto que el precio de exportación de la quinua beneficiada es de US\$ 3.000 / TM. Los clientes de Estados Unidos, Europa y Japón, entre otros, estiman que, en el largo plazo (por ejemplo, 10 años), la demanda potencial del grano con certificación orgánica podría superar el



“Yo lo que me pregunto es si hace muchos años Bolivia ha sido considerada como gran productor de quinua por qué no se pudo desarrollar la tecnología hace muchos años; la industria quinuera siempre ha trabajado con tecnología de café y arroz adaptadas y, por fin con la Alianza del CPTS, Industrias Metálicas Andina y Andean Valley se ha podido desarrollar. Realmente aquí en Bolivia, tenemos que trabajar mucho porque nadie se dedica a desarrollar la tecnología en nuestro país; por eso yo y toda mi gente que me acompaña nos hemos puesto la camiseta de Bolivia.”

Víctor Pacosillo
Gerente General, Industrias Metálicas Andina

Para producir un millón de toneladas de grano de quinua por año, se requiere implementar un total de 4.000 Unidades Agrícolas en un periodo de 10 años, constituyéndose en una fuente de ingreso permanente para miles de familias productoras.

A. Generador de bota

millón de TM anuales), siempre y cuando las empresas bolivianas garanticen el uso sustentable de las tierras agrícolas y el suministro sostenido en el largo plazo de las cantidades ofertadas.

Actualmente, la capacidad de beneficiado instalada en las empresas componentes de la Alianza Quinua (i.e. 15.000 TM / año), sin considerar que existe una capacidad adicional de beneficiado instalada en otras empresas del rubro (i.e. cerca de 3.000 TM / año), es muy superior a la producción agrícola del grano de quinua con certificación orgánica (i.e. 11.000 TM / año). Esto demuestra que el nuevo cuello de botella en la cadena productiva de la quinua ha dejado de ser el proceso de beneficiado, y ahora es la producción agrícola orgánica del grano de quinua.

Esta situación, prevista por el CPTS el año 2006, condujo a tomar la decisión de desarrollar tecnología agrícola de PML para la producción sustentable de la quinua con certificación orgánica, cuyos componentes principales y sus capacidades son: a) Sembradora (0.5 Ha / hora); b) Cosechadora (1 Ha / hora); c) Secadora solar (1 TM de grano / hora); y d) Trilladora – venteador – seleccionadora de semilla (1 TM / hora).

Estos cuatro componentes de la tecnología agrícola ya fueron probados en forma experimental, aunque todavía requieren ser probados en campo a escala real. Para el efecto, se pretende instalar seis unidades agrícolas, cada una equipada con un juego completo de la tecnología agrícola mencionada, incluyendo la infraestructura, maquinaria y equipo de apoyo requeridos para su funcionamiento.

Como complemento de la tecnología se diseñaron, con participación de los técnicos del Programa de Quinua Natural

(PROQUINAT) de ANAPQUI y de técnicos de los Programas de Proveedores de Quinua de AVSA, QUINUABOL e IRUPANA, las metodologías para: a) la recuperación de tierras agrícolas degradadas y erosionadas; b) la habilitación de tierra latente para cultivos de quinua; y c) el manejo de tierras tanto recuperadas como habilitadas.

La decisión de desarrollar tecnología agrícola y las metodologías mencionadas fue apoyada tanto por los socios de la Alianza Quinua, como por la Plataforma de Innovación de la Quinua creada en el Viceministerio de Ciencia y Tecnología (VMCT) del Ministerio de Planificación del Desarrollo, en la que participan todos los actores relacionados con el Complejo Productivo de la Quinua, además de seis ministerios del Gobierno Nacional, entre los cuales está el Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente. Este respaldo es una muestra de que el gobierno boliviano está consciente del carácter estratégico del complejo productivo de la quinua, y la importancia de su desarrollo.

Más tecnología y mejor manejo sustentable de la tierra

La tecnología agrícola y las metodologías mencionadas, han sido concebidas para implementar Unidades Agrícolas que efectúen un monocultivo de quinua en las grandes extensiones de tierras áridas, de tipo franco arenosa, existentes en los departamentos de Oruro y Potosí, incluyendo la parte sur del departamento de La Paz. Estas tierras áridas, en las que actualmente sólo crece la thola y la paja brava, comprenden una superficie total de



Personal de Industrias Metálicas Andina, altamente capacitado y entrenado para fabricar la tecnología de Producción Más Limpia para el beneficiado de la quinua.

De izq. a der.: Salvador Choque, Martín Quispe, David Pacosillo, Anastasio Pacosillo y Víctor Pacosillo, este último Gerente General

aproximadamente ocho millones de hectáreas, que no incluye roca vista, salares, cuerpos de agua, tierras húmedas ni superficies con pendientes mayores a 15°. De esta superficie total, se estima que por lo menos cuatro millones de hectáreas son particularmente aptas para el monocultivo de la quinua. El monocultivo en estas tierras es inevitable, ya que no existe un cultivo alternativo que prospere en este tipo de tierra. Por el contrario, las tierras húmedas, que en general son más fértiles, y en las que actualmente se está expandiendo la frontera agrícola de la quinua, ocupan una superficie total que no supera el millón de hectáreas, por lo que debieran reservarse para el manejo de pasturas, la crianza de camélidos, áreas de amortiguamiento y áreas de protección.

Sobre la base de la tecnología agrícola y las metodologías mencionadas, cada Unidad Agrícola tiene la capacidad de manejar en forma sustentable 500 Ha de tierra árida, de las cuales sólo se utilizarán 250 Ha en forma alternada por año para la producción de quinua; y, de estas 250 Ha, se utilizarán sólo 200 Ha para el propio cultivo de la quinua, siendo las restantes 50 Ha destinadas a la construcción de barreras vivas y áreas de amortiguamiento. El manejo de suelos de las 200 ha estará basado principalmente en el uso de un compost, obtenido a partir de una mezcla de estiércol de llama y de broza obtenida a partir del procesamiento de las plantas secas de quinua y del trillado de sus panojas, junto con roca fosfórica, dolomita y ulexita.

La capacidad de producción de una Unidad Agrícola será de 250 TM de

grano bruto trillado por año. Para producir un millón de toneladas de grano por año, se requiere implementar un total de 4.000 Unidades Agrícolas en un período de 10 años, constituyéndose en una fuente de ingreso permanente para miles de familias productoras. Además, se requiere de 400 Unidades de Beneficiado. Para fabricar esas Unidades Agrícolas y de Beneficiado, se necesitarán empresas de metalmecánica, capacitadas y entrenadas para fabricarlas y dar mantenimiento y reparación de dicha tecnología.

Finalmente, con el apoyo de USAID y de la Embajada Real de Dinamarca, con el respaldo de los miembros de la Alianza Quinua y de la Plataforma de Innovación para la quinua del VMCT, y a través de Industrias Metálicas Andina, el CPTS se encuentra actualmente desarrollando tecnología para dar valor agregado al grano de quinua beneficiado.

En todo este contexto, el rol del Estado boliviano, para impulsar el desarrollo del complejo productivo de la quinua, sin restar la importancia fundamental de los aspectos sociales, es el de encarar a la brevedad el requerimiento de contar con información y un plan de uso mayor de las tierras áridas para el cultivo de la quinua, un inventario de tierras húmedas para pasturas, camélidos, áreas de protección y otros; un sistema de riego (básicamente a través del manejo de aguas subterráneas), proveer servicios de energía eléctrica, gas natural e infraestructura caminera (en coordinación con las Prefecturas de Oruro, Potosí y La Paz), fomentar el desarrollo y manejo de camélidos y facilitar el acceso al crédito bajo condiciones favorables.



Seleccionadoras de café
Cooperativa Mejillones (El Alto)

El camino hacia la Producción Más Limpia

Durante mucho tiempo se ha considerado que el buen desempeño económico de una industria estaba contrapuesto al buen desempeño ambiental de ésta. Esto obedecía, en gran medida, al tipo de estrategias ambientales que se aplicaban, que no sólo representaban costos adicionales para la empresa, sino que en algunos casos resultaban poco efectivas para resolver problemas de contaminación. Este es el caso, por ejemplo, de las estrategias

orientados a reducir la carga contaminante de los efluentes.¹ Es evidente que este tipo de estrategia requiere de grandes inversiones y trae consigo nuevos costos de operación, aspectos que afectan al buen desempeño económico.

Por el contrario, la Producción Más Limpia (PML) permite, además de contaminar menos, aumentar el beneficio económico de las industrias y mejorar las condiciones de salud y seguridad ocupacional de los

El uso eficiente de los insumos productivos no sólo reduce el impacto negativo de las actividades industriales sobre el medio ambiente sino que genera beneficios para la empresa

conocidas como reactivas, que tratan de corregir un problema de contaminación que ya se generó, mediante la aplicación de sistemas de tratamiento

trabajadores. Todo ello se logra mediante la optimización de los procesos productivos, lo que se traduce en un uso más eficiente de los insumos productivos, reduciendo a su vez la generación de contaminantes en la fuente de origen y disminuyendo los costos de operación.

Comprender que un uso eficiente de los insumos productivos no sólo reduce el impacto negativo de las actividades industriales sobre el medio ambiente sino que genera beneficios para la



“Globalmente hemos tenido un ahorro de más o menos 26.000 dólares, al año. La Producción Más Limpia trae ventajas, no solamente económicas, sino también de otras características”.

Juan Carlos Philippsberg
Gerente de Producción
Sociedad Comercial Agropecuaria
TUSEQUIS Ltda.

empresa, es un primer paso hacia la sostenibilidad del sector industrial.

El concepto de un mundo sin límites, con recursos infinitos e infinita capacidad de absorción y disolución de los residuos generados, fue el escenario en el cual se desarrolló la actividad industrial desde los inicios de la Revolución Industrial hasta bien entrado el siglo pasado. Hoy en día, un mundo así es impensable. La toma de conciencia de la finitud de nuestros recursos ha conducido al surgimiento de un nuevo paradigma: el desarrollo sostenible. En este nuevo contexto, la actitud del sector industrial hacia el medio ambiente ha ido evolucionando favorablemente en las últimas décadas. De una posición inicial, que consistía básicamente en concentrar-retener y diluir-dispersar los residuos generados, se ha pasado a actitudes mucho más proactivas.

Estrategias ambientales pasivas: diluir-dispersar y concentrar-retener

El crecimiento de los asentamientos humanos y de las actividades productivas puso en evidencia que “desechar e ignorar” los residuos que generaba el proceso productivo era inaceptable, y que la actividad industrial provocaba serios problemas en su entorno geográfico y social más inmediato. Una respuesta a esta problemática fue la práctica de diluir y dispersar los desechos, y estaba basada íntegramente en la capacidad de asimilación del medio ambiente natural. Para la sociedad industrial, a lo largo del tiempo, el diluir sus descargas en los cuerpos de agua (ríos, lagos y lagunas) y dispersar las emisiones gaseosas en la atmósfera, pareció ser la única solución. Asimismo, concentrar y retener desechos sólidos parecía ser igualmente útil. Son ejemplos de estas prácticas, los rellenos sanitarios o la disposición controlada de desperdicios tóxicos.

No obstante, ambas estrategias resultaron insuficientes en el largo plazo, cuyos efectos son conocidos. Es por demás evidente que tanto la hidrósfera como la atmósfera no son una caja negra. De ahí que resulta imposible garantizar el almacenamiento de desechos durante mucho tiempo sin que se produzcan fugas que, en muchos casos, pueden ser letales. El almacenaje de desechos, especialmente tóxicos, o la acumulación de residuos, de manera más o menos segura, depende en gran medida de factores tales como la calidad de los contenedores y la adecuada gestión para su control. Ambos factores no siempre están bajo nuestro control y menos aún a bajos costos. Son ejemplos conocidos los contaminantes orgánicos persistentes (COP's), los metales pesados, material patógeno y otros desechos que empiezan a circular y acumularse en sedimentos, en la biomasa e incluso en animales y seres humanos, lo que, evidentemente, genera riesgos de contaminación difícil de controlar, y representa un peligro de gran magnitud para nuestra salud y para los seres vivos en general.

1. Materia y/o energía (sólido, líquido, gaseoso, mezcla o combinación de ellos, incluyendo flujos calóricos), cruda o tratada, que puede contener contaminantes y que se encuentra en cualquier punto del proceso productivo antes de su descarga o emisión.

Estrategias ambientales reactivas: métodos de “final del tubo”

Alrededor de los años 60 surgieron las estrategias ambientales reactivas, conocidas como de “final del tubo”, que consistían en el desarrollo de tecnologías de diversa índole para la instalación de unidades de remediación al final de las tuberías de emisión de los procesos de producción. Aunque más efectivos, hasta cierto punto, los métodos de “final del tubo” resultaron con el tiempo no ser la mejor solución. Éstos incluyen, por lo general, desde piscinas de decantación, el uso de filtros, sistemas de oxidación, hasta otras tecnologías más sofisticadas que capturan y tratan los contaminantes y desperdicios después de haber sido generados. Si bien estos métodos ayudan a reducir las emisiones, en cambio traen consigo efectos ambientales colaterales, ya que los contaminantes y desperdicios generados por el tratamiento deben desecharse adecuadamente en un

La Producción Más Limpia puede utilizarse para reducir el impacto ambiental y, con frecuencia, reducir costos y mejorar la calidad de vida. Ofrece un gran potencial para que las compañías mejoren su desempeño ambiental, y que ganen el apoyo de la comunidad, a medida que aumentan su eficiencia económica, su productividad y su competitividad.

relleno sanitario o ser incinerados, causando, en consecuencia, otro impacto ambiental. Además, el tratamiento representa con frecuencia un costo considerable para el productor del desecho, dado que mantener una planta de tratamiento en operación puede representar, anualmente un costo que oscila entre el 5% y 25% de la inversión en la planta de tratamiento.

Estrategias ambientales proactivas: Producción Más Limpia

En los últimos 20 años, nuevas ideas han surgido sobre cómo reducir las emisiones en la misma fuente que las produce. Estas estrategias de prevención de la contaminación y minimización de desperdicios resultaron necesarias no sólo para reducir los enormes costos en actividades de tratamiento de desechos y residuos tóxicos, sino también para solucionar los problemas colaterales al tratamiento.

“Después de la intervención del CPTS, se ha logrado mejorar el tema de la infraestructura, hemos construido el *cachi* para el secado del café, que antes no teníamos.

El otro logro que hemos tenido es mejorar el ingreso económico, mediante la utilización de la cascarilla, que antes se desechaba, pero ahora la exportamos para alimentos balanceados.

Respecto a la exportación, hemos superado los diez contenedores, antes exportábamos de cinco a seis”.

Faustino Huanca, Gerente General
COOPERATIVA MEJILLONES.



La Producción Más Limpia es una forma de atacar los problemas ambientales desde la misma fuente, en lugar de sólo reaccionar a éstos. Involucra una manera diferente de pensar acerca de temas de gestión ambiental, así como un conjunto de habilidades técnicas que permiten optimizar el proceso productivo, logrando producir más con menos recursos. El resultado de la aplicación de prácticas de Producción Más Limpia es de triple beneficio: menores desperdicios, mayores utilidades y una mejor salud y seguridad ocupacional.

redunda en la generación de desechos y emisiones, la Producción Más Limpia puede utilizarse para reducir el impacto ambiental y, con frecuencia, reducir costos y mejorar la calidad de vida. Ofrece un gran potencial para que las compañías mejoren su desempeño ambiental, y que ganen el apoyo de la comunidad, a medida que aumentan su eficiencia económica, su productividad y su competitividad.

En Bolivia, el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) es la institución líder en materia de Producción Más Limpia, habiendo asesorado técnicamente a más de 120 empresas de distintos rubros de actividad en la incorporación y aplicación de técnicas y tecnologías más limpias. El Cuadro 1 muestra el impacto de la implementación de medidas de Producción Más Limpia en una muestra de 34 empresas de diferente tamaño y pertenecientes a diversos rubros de actividad. Los resultados son notables, y permiten vislumbrar un mejor futuro en el que todas las empresas bolivianas tengan la capacidad de recorrer el camino hacia una Producción Más Limpia.

Cuadro 1
Impacto de las prácticas de PML en 34 de las 124 empresas (ingenios azucareros, lácteos, cervecerías, curtiembres, mataderos y otras).

Detalle	Cantidad
Total recomendaciones efectuadas	481
Total recomendaciones implementadas	248
Porcentaje de implementación [%]	52
Inversión total efectuada por las empresas [US\$]	2.757.249
Beneficios económicos alcanzados [US\$/año]	2.487.495
Retorno sobre la inversión [%]	90
Reducción en el consumo de agua [m ³ /año]	4.208.612 ⁽¹⁾
Reducción en la descarga orgánica [Kg de DBO ₅ ⁽²⁾ /año]	4.187.100 ⁽³⁾
Disminución de las pérdidas de grasa [Kg/año]	28.040
Reducción en pérdidas de producto [Kg/año]	1.715.283
Reducción en pérdidas de subproducto [Kg/año]	2.818.100
Reducción en consumo de otros insumos [Kg/año]	187.134
Reducción en el consumo de energía eléctrica [KWh/año]	475.717 ⁽⁴⁾
Reducción en el consumo de gas natural [mpc/año]	33.568 ⁽⁵⁾
Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) a la atmósfera [Kg/año]	2.182.469 ⁽⁶⁾
Reducción de emisiones de partículas y otros gases a la atmósfera [Kg/año]	6.080

1. Equivalente al consumo de agua de 2 meses de la ciudad de La Paz.
2. DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno): concentración de oxígeno, expresada en mg/L, necesaria para oxidar materia orgánica mediante microorganismos en una muestra acuosa.
3. Equivalente a la descarga orgánica de 1,5 meses de la ciudad de La Paz.
4. Equivalentes al consumo mensual de energía de 3.600 familias bolivianas.
5. Equivalente a la energía proporcionada por 80.000 garratas de GLP de 10 kg.
6. Equivalente a la absorción de CO₂ de 700 hectáreas de árboles (asumiendo 400 árboles por hectárea).

El CPTS y la PML en la minería boliviana

Antecedentes

Desde agosto de 2006, el Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) desarrolla un proyecto para introducir la aplicación de tecnologías de Producción Más Limpia (PML) en ingenios mineros. Esto permitirá alcanzar un doble objetivo: mejorar el desempeño ambiental de los ingenios y aumentar su eficiencia y eficacia, lo cual incrementará la recuperación de minerales, permitiendo aumentar sus ingresos económicos. Al inicio del proyecto, el CPTS realizó siete Diagnósticos de PML en ingenios mineros del departamento de Potosí: seis en la cuenca del río La Ribera y uno a la cuenca del río Colquechaca.

unas 400 toneladas diarias de concentrados de zinc/plata y alrededor de 3.600 toneladas de residuos (colas). Las colas son potencialmente contaminantes por sus contenidos de metales pesados, entre los que se puede mencionar el plomo, el arsénico y el cadmio por ser los más tóxicos.

Plan de Implementación de proyectos demostrativos de PML en la minería

Como resultado de los diagnósticos efectuados se realizarán, durante 2009, tres Proyectos Demostrativos para la implementación de las siguientes tecnologías¹:

concentrado. Por lo tanto, permite llevar un adecuado control del proceso productivo de los ingenios y evaluar su desempeño. En la actualidad, los ingenios mineros emplean una técnica de balance metalúrgico que consiste en medir el rendimiento obtenido a partir de los pesos secos y los análisis del mineral adquirido y de los concentrados comercializados. Esto implica que los ingenios conocen la eficiencia de sus procesos después de haber concluido el procesamiento de un lote de mineral de cabeza (semanas o incluso meses más tarde), por ello, no pueden implementar acciones oportunas cuando el proceso presenta deficiencias. La tecnología desarrollada por el CPTS permite realizar balances metalúrgicos al menos con una frecuencia diaria, empleando análisis químicos del mineral de cabeza, de los concentrados y de las colas, sin necesidad de secar y pesar los concentrados. El método de balance metalúrgico desarrollado fue validado a nivel laboratorio y será llevado a una escala mayor mediante la ejecución del primer proyecto demostrativo en un ingenio minero.

Tecnologías para la recuperación óptima de plata, zinc y plomo: Los ingenios mineros de la cuenca del río La Ribera tienen porcentajes relativamente bajos de recuperación de metales en los concentrados. En promedio, la recuperación de zinc es de 81% y de plata 76%. Esto motivó al CPTS a realizar investigaciones para estudiar los aspectos críticos que afectan al proceso de concentración de minerales. Como resultado se han desarrollado técnicas que permiten recuperaciones de zinc y plata en el orden del 90%. Las técnicas se validarán mediante un segundo proyecto demostrativo.

Tecnologías de prevención de la contaminación mediante la segregación de pirritas: A partir de los estudios realizados, el CPTS ha corroborado que la presencia de pirritas en las colas genera serios problemas de contaminación. Las pirritas contenidas en los diques de colas, por acción del aire y el agua,



“A través de las recomendaciones del CPTS, se ha logrado un buen porcentaje de ahorro y la empresa ha mejorado su rendimiento económico. En el

tema del agua, por cada 100 litros que requiere el ingenio, el 65% es agua reciclada, es decir que hay un 65% de ahorro de agua potable.

En cuanto a responsabilidad social corporativa, nuestra empresa está siempre preocupada por respetar los derechos humanos de la población”

Lic. José Mansilla

Gerente Financiero
Ingenio Minero del Sur ROSICLER.

generan ácido sulfúrico y el ión férrico. El ácido y el ión constituyen un medio oxidante, que lixivia los metales pesados contenidos en las colas, siendo éste el mecanismo de ingreso de estos metales en los cuerpos de agua. Segregar las pirritas permite que éstas no formen parte de las colas. La técnica de flotación desarrollada por el CPTS a escala de laboratorio, logra remover más del 90% de pirritas. Su aplicación a escala mayor se hará mediante un tercer proyecto demostrativo. Su aplicación en ingenios mineros permitirá reducir drásticamente su impacto ambiental negativo.

Resultados esperados del plan de implementación

En términos económicos, se estima que con la implementación de medidas de PML, los 29 ingenios mineros situados en la cuenca del río La Ribera lograrían un ingreso adicional de aproximadamente 11 millones de dólares anuales para una escala de procesamiento del orden de 4.000 toneladas diarias de mineral.

En términos ambientales, el incremento en las recuperaciones de zinc y plata en los concentrados, evitará la pérdida anual de 3.000 toneladas de zinc y 2 toneladas de plata, que actualmente forman parte de las colas y contaminan el sistema hídrico de la cuenca del río Pilcomayo. Además, la remoción de las pirritas de las colas disminuirá de manera significativa la posibilidad de que elementos contenidos en éstas, tales como el plomo, arsénico, cadmio, zinc y hierro, contaminen el sistema hídrico mediante su lixiviación.

La introducción de prácticas de PML permite alcanzar un doble objetivo: mejorar el desempeño ambiental de estas empresas y aumentar su eficiencia y eficacia, medido por un incremento en la recuperación de minerales lo que se refleja en sus ingresos económicos.

En la cuenca del río La Ribera, trabajan 28 ingenios mineros que procesan cerca de 4.000 toneladas diarias de mineral. Como resultado del procesamiento, se obtienen

Tecnología de balances metalúrgicos: El balance metalúrgico consiste en determinar cuánto del metal contenido en el mineral procesado es recuperado como



En la parte central del dique de colas de San Miguel, se distingue la solución oxidante (color rojo) que se genera por la oxidación de la pirrita contenida en las colas. Esta solución contiene los metales pesados contaminantes disueltos y, mediante su arrastre por el agua de lluvias, contamina el sistema hídrico. Por lo tanto, la sola existencia del dique de colas no evita la contaminación si no se remueve la pirrita.

Fuente: Google Earth 2009 (Europa Technologies, Digital Globe, DMaps, Image NASA)

1. El 1ro. de abril de 2009 el CPTS firmó un "Convenio de prestación de servicios de asistencia técnica para la implementación de proyectos demostrativos en planta" con el Ingenio Minero del Sur (IMSUR). En el marco de este convenio, los tres proyectos demostrativos que se describen serán implementados en la planta denominada ROSICLER, perteneciente a IMSUR.



Directorio

Viktor de los Heros Álvarez, Presidente
Elvira Salinas de Mesa, Vicepresidente
Gerardo Velasco Téllez, Tesorero
Carlos E. Arze Landívar, Vocal
Daniel Sánchez, Vocal (CNI)

Asamblea

Viktor de los Heros Álvarez
Elvira Salinas de Mesa
Gerardo Velasco Téllez
Antonio J. Ruiz Michel
Carlos Enrique Arze Landívar,
Daniel Sánchez, representante de la Cámara Nacional de Industrias (CNI)

Maria Soledad Quiroga Trigo
Gonzalo Taboada López, representante de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Luis Alberto Rodrigo Gainza
Cesin A. Curi Sabja

Dirección Ejecutiva

Antonio J. Ruiz Michel

Área Administrativa

Consuelo Wolfhard Rudón,
Administradora
Marcela Reyes Mendizábal,
Asistente Técnico Administrativo
Félix Calani Martínez,
Contador

Javier Montecinos Luque,
Asistente Administrativo
Maribel Espinoza Verástegui,
Secretaría Receptivista
Wendy Salgado Charcas,
Encargada del CDIMA y de Archivo
Ramiro Mamani Mollo,
Mensajero

Área Técnica

Cesin A. Curi Sabja,
Subdirector
Juan Cristóbal Birbuet Rosazza,
Subdirector de Planes y Proyectos
Justo P. Zapata Quiroz,
Coordinador Técnico

Orlando Cosío Romero,
Encargado de Becas
Cecilia Espinosa Murga,
Técnico en Eficiencia Energética
Adalid Michel Espinoza,
Técnico en Eficiencia Energética
Samuel Lora Rocha,
Técnico en Eficiencia Energética
Patricia Durán Rodríguez,
Técnico en Prevención de la Contaminación
Daisy Guamán Meza,
Técnico en Prevención de la Contaminación
Nicolé Kopp Valdivia,
Técnico en Prevención de la Contaminación
Christian Romero Prieto,
Técnico en Prevención de la Contaminación

Franz Velasco Quintanilla,
Técnico en Prevención de la Contaminación
Zusan Tejeda Fernández,
Técnico en Prevención de la Contaminación

Área de Sistemas y Diagramación

Bladimir Magne Molina,
Técnico en Sistemas y Servicios WEB
Guido Mallea Cossio,
Diagramador
Emmanuel Rodríguez Villegas,
Administrador de Red y Soporte Informático

Gonzalo Crespo Ferrández
Asesor Legal Experto