

CAPITULO 4.

Beneficios Económicos Asociados a la Producción Limpia

La implementación de medidas de producción limpia al interior de una empresa, cualquiera sea su tamaño, significa básicamente establecer prácticas preventivas tendientes a reducir la generación de residuos y emisiones, utilizar en mejor forma los recursos disponibles y mejorar la calidad de la producción. En este sentido, la dimensión ambiental no tiene que ser asumida sólo como un costo para las empresas. De hecho, a mayor cantidad de emisiones y descargas, es posible constatar una mayor ineficiencia en los procesos productivos, que al ser corregida, puede generar beneficios económicos para la empresa, más allá de lo que implica cumplir con las normativas. Esta es la esencia del concepto de producción limpia.

Las experiencias exitosas descritas en esta Capítulo, muestran que la implementación de medidas de producción limpia puede conducir a lograr significativos ahorros en la empresa, sin incurrir en grandes costos.

4.1 Evaluación económica de medidas de Producción Limpia.

Una de las actividades más importantes de la evaluación económica de las medidas de producción limpia, corresponde a la identificación de los costos y beneficios en que incurriría la empresa al implementarlas. Este paso es de fundamental importancia, puesto que olvidar algún costo o beneficio puede llevar a tomar una decisión errónea.

Si bien existe una diversidad de procesos productivos, en el Cuadro N° 4.1 se pueden distinguir potenciales costos y beneficios asociados a la implementación de medidas de producción limpia, genéricos a cualquier empresa manufacturera. Pueden existir elementos no considerados en el Cuadro N° 4.1 que tengan implicancias económicas para una empresa en particular. Para enfrentar esta eventualidad se recomienda involucrar a los operarios en el proceso de auditoría y selección de opciones de mejoramiento, ya que quien mejor conoce las implicancias de un cambio en los procesos, es quien los opera.

Una consideración importante a la hora de identificar los costos y beneficios, es determinar si éstos son causados por las modificaciones realizadas, es decir, si ocurren al implementar las prácticas de producción limpia, y no en la situación base. Si hay algún costo o beneficio que ocurre independientemente de la implementación de mejora, éste no se debe incorporar en la evaluación económica.

**CUADRO N° 4.1:
POTENCIALES BENEFICIOS Y COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE
MEDIDAS DE PRODUCCIÓN LIMPIA.**

BENEFICIOS	COSTOS
a) Ahorro de materias primas.	a) Costos por inversión en nuevos equipos.
b) Ahorro de energía (electricidad, combustible, etc.).	b) Costos asociados a los estudios de auditoría y otros.
c) Ahorro en el consumo de agua.	c) Costos de inversión por modificación o reparación de equipos.
d) Reducción de pérdidas de materiales	d) Costos asociadas a modificaciones en los procesos productivos.
e) Reducción de fallas en equipos y rechazo de los productos	e) Costos por materias primas más caras
f) Reducción de accidentes	f) Costos por mantenimiento de equipos.
g) Operación estable	g) Costos asociados a la elaboración de la auditoría.
h) Mejor gestión de procesos	h) Aumento del consumo de agua y/o energía asociado a las nuevas tecnologías.
i) Retorno adicional, debido a la recuperación y venta de subproductos.	i) Disminución en la producción.
j) Disminución del costo de tratamiento y/o disposición final de los residuos.	j) Costos de nuevos programas de entrenamiento.
k) Disminución de los costos de operación de la planta de tratamiento.	
l) Disminución en costos legales asociados a problemas ambientales y de seguridad (multas, indemnizaciones).	
m) Disminución de costos por seguro de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.	
n) Mejor imagen ambiental.	
o) Mayor accesibilidad a los mercados con sensibilidad ambiental (o menor probabilidad de perder un mercado por problemas ambientales).	
p) Reducción de riesgos.	

Una vez identificados y cuantificados los costos y beneficios, se está en condiciones de contestar la pregunta: ¿es conveniente realizar el cambio?. O alternativamente, se puede contestar las preguntas: ¿Cuánto cuesta económicamente realizar el cambio?, ¿En cuánto tiempo se recuperará la inversión efectuada?. Para responder estas preguntas se deben balancear los costos totales de realizar el cambio con los beneficios que éste genera.

Es importante considerar el hecho de que algunos costos o beneficios pueden ocurrir en diferentes periodos de tiempo. Por ejemplo, en el caso del cambio a gas natural, el costo del cambio de quemadores ocurre inmediatamente, y, salvo que se pague en cuotas, se tendrá que desembolsar el dinero de una sola vez. Sin embargo, los ahorros de combustible ocurrirán a lo largo del tiempo.

Lo anterior significa que se debe hacer una evaluación económica para decidir cuáles medidas son más atractivas para la empresa.

En cuanto a las formas de financiamiento, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) cuenta con una serie de instrumentos de apoyo al sector productivo, tanto para la fase de auditoría como para la implementación de las medidas asociadas a mejoramiento. Aún más, CORFO ha diseñado una Línea de Acción de apoyo en materia Medioambiental, que se compone de instrumentos que facilitan a las empresas la adopción de producción limpia. Mayor información respecto los instrumentos de fomento de CORFO se presentan en el Capítulo N°7.

4.2 Experiencias exitosas

Para una mayor claridad y mejor entendimiento de los conceptos planteados en este Capítulo, se mencionan a continuación experiencias exitosas de aplicación de producción limpia en la industria nacional, desarrolladas por 6 empresas⁸.

Los casos que se presentan han sido seleccionados de acuerdo a su carácter didáctico en términos de ejemplificar las ventajas que representa la aplicación de los conceptos de gestión ambiental. Al mismo tiempo, se ha buscado que las medidas sean replicables en otras empresas del rubro, o incluso, en otras industrias.

Para cada caso, se cuantificaron los beneficios económicos netos que derivan de la aplicación de las medidas de producción limpia implementadas, que la mayoría de las veces, se explica por la mayor eficiencia en el uso de las materias primas e insumos y por la reducción de residuos, lo que genera una disminución en los costos de tratamiento y disposición final.

Sin embargo, hay algunos beneficios de la aplicación de producción limpia que son difíciles de ser cuantificados económicamente, tales como el cumplimiento de las normativas y requisitos ambientales, que a su vez, permite mejorar las relaciones de la empresa con la comunidad vecina, al generar menos molestias. O la dificultad de evaluar el aumento de productividad que tiene mejorar los ambientes de trabajo al disminuir la exposición de los trabajadores a los contaminantes. Por último, también puede resultar

⁸ Extractados del documento "Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile", Ministerio de Economía, Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia, 2000.

complejo cuantificar los beneficios que se pueden obtener al facilitar el acceso a nuevos mercados.

4.2.1

Caso rubro pinturas

□ Principales problemas del rubro

Generación de residuos líquidos, residuos sólidos y emisiones al aire. Los contaminantes que genera la industria de pinturas proviene del lavado de estanques de preparación de pinturas en base solvente y base acuosa, de las emisiones de polvos en las etapas de dispersión, de la generación de desechos líquidos en el transporte de fluidos, del envasado y reciclaje interno de solventes, de la emanación de vapores de solventes usados en el proceso y en el período de espera anterior al envasado, junto con aquellos que se desprenden de la acumulación de borras, costras o residuos de pinturas y lavados de piezas o equipos.

FICHA EMPRESA 1

SECTOR QUÍMICO/ Rubro Pinturas	
Empresa	PASSOL
Tamaño	Mediana
Producción	Fabricación de pinturas a base de aceites y agua, pasta para afinar muros, lacas y mezclas de solventes
Ubicación	V Región
Proyectos	(A) Reducción de residuos líquidos mediante la reutilización en otros productos (B) Recuperación de solventes sucios por destilación

□ Proyecto PASSOL (A): Reducción de residuos líquidos mediante la reutilización en otros productos

- **Descripción del problema:** Generación de grandes cantidades de residuos líquidos provenientes de lavados de estanques y restos de pinturas a base de agua, descargados al sistema de alcantarillado

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Se redujo la generación de residuos líquidos mediante la reutilización del agua de lavado de equipos como parte del agua de formulación de pinturas, mezclada con agua fresca, quedando así incorporada en los productos de la industria. Adicionalmente, se modificó el sistema de lavado con mangueras usado tradicionalmente,

utilizando pistones de alta presión, para reducir el volumen de residuos líquidos generados.

- **Beneficios obtenidos:** El costo total estimado de la aplicación de estas medidas fue de US \$ 800, mientras que el ahorro anual obtenido se estimó en US\$ 3.000/año, considerando sólo la reducción de costos de tratamiento y disposición final de los residuos industriales líquidos. En este caso, aparte de los beneficios ambientales por reducción de la generación de residuos líquidos, los beneficios anuales tangibles obtenidos por aplicación de una medida de producción limpia son significativamente mayores que la inversión efectuada, teniendo un retorno de los costos al cabo de sólo 3 meses.

Indicadores del proyecto PASSOL (A)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 800	US\$ 3.000	3 meses	Disminución de residuos líquidos.

□ **Proyecto PASSOL (B): Recuperación de solventes sucios por destilación**

- **Descripción del problema:** Emanación de solventes por evaporación, provenientes de estanques, residuos sólidos y líquidos y el descarte de solventes sucios a través del sistema de alcantarillado. Además, la limpieza de la maquinaria usada para producir pintura a base de aceites requiere del empleo de grandes cantidades de solventes, que una vez usados, deben ser dispuestos.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Se adquirió un equipo destilador, que permitió recuperar una importante fracción de los solventes contenidos en los residuos líquidos, los que son reutilizados tanto en los productos, como en la limpieza de maquinarias.

- **Beneficios obtenidos:** El costo total de la adquisición e instalación del destilador se estimó en US\$10.000, y el ahorro anual obtenido, en US\$20.000. Este ahorro incluye la disminución de costos por la reutilización de los solventes destilados en productos y en limpieza de equipos. En cuanto al beneficio ambiental de estas medidas, se eliminó la descarga de solventes al sistema de alcantarillado de 17,5 m3/año.

En este caso, los beneficios anuales tangibles obtenidos por aplicación de producción limpia son significativamente mayores que la inversión efectuada, teniendo un retorno de los costos al cabo de sólo 6 meses, favoreciendo así un incremento de los ingresos por reducción de los recursos perdidos o mal utilizados.

Indicadores del proyecto PASSOL (B)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 10.000	US\$ 20.000	6 meses	Disminución de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

4.2.2

Caso rubro desembarque de productos químicos

□ Principales dificultades del rubro

El desembarque de productos químicos puede generar residuos industriales líquidos en el proceso de lavado de estanques. Los estanques sometidos a esta operación, corresponden a los ubicados en barcos que transportan estas sustancias, a los destinados al traspaso o almacenamiento provisorio ubicados en la estación de recepción de los productos y a aquellos destinados al almacenamiento.

FICHA EMPRESA 2

SECTOR QUÍMICO/ Rubro Desembarque de Productos Químicos	
Empresa	OXIQUIM
Tamaño	Grande
Producción	Fabricación de productos químicos, prestación de servicios de terminales marítimos.
Ubicación	V Región y Región Metropolitana
Proyectos	Recuperación de residuos industriales líquidos

□ Proyecto OXIQUIM: Recuperación de residuos industriales líquidos

- **Descripción del problema:** Durante muchos años la empresa importó fenol cristalizado envasado en tambores, lo cual permitía la adición de las aguas residuales al mismo proceso, como aguas de dilución. Posteriormente, ante el aumento de consumo de las resinas a base de fenol, modificó la forma de su importación, transportándolo en barcos a granel al 90%, de manera de poder transferir el producto, desde el barco a los respectivos estanques en tierra. A esta concentración el fenol se mantiene líquido a temperaturas cercanas a 20°C, por lo que no es necesaria su calefacción.

Al aumentar la capacidad de producción de resinas en base a fenol, se determinó que los residuos líquidos provenientes del lavado de estanques y

otros procesos productivos ya no podrían ser incorporados a la materia prima, por su elevado volumen, y se ensayó su procesamiento en plantas de tratamiento con tecnologías novedosas, como su destrucción a través del metabolismo de la phragmites, vegetal que crece en ambientes pantanosos, encontrándose una tasa de procesamiento poco auspiciosa.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Al analizar el problema con la estrategia de producción limpia, se determinó que si la concentración del fenol importado se subía al 99%, que es la manera habitual de comercialización a nivel mundial, los balances de materiales arrojaban un resultado favorable, siendo posible la incorporación de los residuos líquidos al producto. Sin embargo, dado que el fenol con esta concentración posee un punto de cristalización de aproximadamente 45°C, no puede ser manejado como líquido, a menos que se calefaccionen los estanques y las líneas de conducción. Para manejar este producto en forma adecuada, debe lograrse que su temperatura llegue a alrededor de 50°C.

Para implementar esta forma de adquisición, se debió invertir en la aislación y calefacción de una cañería del terminal ubicado en la Bahía de Quintero, con un costo aproximado de US\$ 150.000.

En la actualidad, las aguas residuales de la fabricación de resinas fenólicas, de la planta de resinas de Viña del Mar, se almacenan y son transportadas al terminal de Quintero cuando llega una embarcación con producto, utilizándose para diluir el fenol concentrado en los estanques de recepción, llevándolo a una concentración de 90%. En forma adicional el agua proveniente de los lavados de los estanques de las embarcaciones, también son utilizadas como agua de dilución, según lo exige la Organización Marítima Internacional a través del acuerdo llamado MARPOL, Anexo II, al cual Chile adhirió en su oportunidad.

- **Beneficios obtenidos:** Las medidas descritas permitieron evitar la construcción de una planta de tratamiento de residuos industriales líquidos que requería una inversión del orden de US\$180.000, con un costo de operación estimado en US\$100.000/año, lo que equivale a un período de retorno de la inversión de sólo 18 meses. Además del ahorro tangible equivalente al costo de operación de una planta de tratamiento, las medidas adoptadas generan beneficios adicionales derivados de evitar la descarga de un efluente.

Indicadores del proyecto OXIQUIM			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 150.000	US\$ 100.000	18 meses	Eliminación de descargas de residuos líquidos

4.2.3

Caso rubro imprenta

□ Principales dificultades del rubro

Generación de residuos líquidos, residuos sólidos y en mucho menor medida, emisión de contaminantes a la atmósfera. Los residuos líquidos que se generan en este tipo de industria provienen de lavados con detergentes, residuos químicos de limpieza y restos de tintas descartadas. Los residuos sólidos incluyen huapies sucios, piezas de maquinarias en desuso, restos de papelería, cartones y películas. Las emisiones gaseosas se circunscriben a compuestos volátiles, principalmente solventes, que se originan en las diversas etapas del proceso productivo.

FICHA EMPRESA 3

Rubro imprenta	
Empresa	SANTA BERTA
Tamaño	Pequeña
Producción	Servicios de impresión offset, huecogravado y tipografía. Fabricación de estuches.
Ubicación	VIII Región
Proyectos	Selección de residuos sólidos para reciclaje

□ Proyecto GRÁFICA SANTA BERTA: Selección de residuos sólidos para reciclaje

- **Descripción del problema:** Los residuos líquidos que se generan en el proceso productivo provienen básicamente de aguas residuales de lavado generadas en el proceso de impresión, aguas de enjuague, compuestos reveladores y fijadores, residuos de tinta, solventes y aceites lubricantes. También se generan residuos sólidos tales como planchas, paños, películas, papel, goma y restos de barniz, huaipe, celofán, aluminio, crack, restos de lijas, polvo de lijado de rodillos, cartones, entre otros, y emisiones a la atmósfera provenientes de los solventes y diluyentes de tintas, solventes utilizados para limpieza, pegamentos y gomas.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Minimización de la generación de residuos de todo tipo, involucrando la instalación de recolectores diversificados para cada tipo de residuo, la modificación de algunos procesos para permitir la separación de residuos de distinta naturaleza y la capacitación del personal.

- **Beneficios obtenidos:** El costo total de la aplicación de estas medidas de producción limpia se estimó en US\$ 787, mientras que el ahorro anual

obtenido, correspondiente al reciclaje de insumos y la venta de algunos residuos, como planchas y cartones, se estimó en US\$ 2.255 al año. Los beneficios anuales tangibles obtenidos por aplicación de producción limpia son significativamente mayores que la inversión efectuada, teniendo un retorno al cabo de cinco meses.

Indicadores del proyecto SANTA BERTA			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 787	US\$ 2.255	5 meses	Clasificación y reciclaje de residuos sólidos.

4.2.4

Caso rubro textil

□ Principales problemas del rubro

Generación de residuos líquidos, emisiones al aire y residuos sólidos.

Los residuos líquidos de este tipo de industria provienen de diversas operaciones tales como lavado de lana, telas y aseo general, baños ácidos, enjuagues, tintas y vapores utilizadas en diferentes etapas de la línea de teñido, descruce, blanqueo y neutralizaciones, blanqueo químico, blanqueo óptico, aguas de teñido, acabado húmedo, apresto y enjuagues. La generación de desechos sólidos proviene básicamente de aseos generales, filtros de pelusa y restos de embalajes. Las emisiones a la atmósfera incluyen principalmente polvo y pelusas.

FICHA EMPRESA 4

SECTOR QUÍMICO/ Rubro Desembarque de Productos Químicos	
Empresa	PROQUINDUS
Tamaño	Grande
Producción	Teñido de telas
Ubicación	Región Metropolitana
Proyectos	(A) Programa de mantenimiento para evitar fugas y pérdidas de agua (B) Prolongación de la vida útil del baño de ácido carbonizante

□ **Proyecto PROQUINDUS (A): Programa de mantención para evitar fugas y perdidas de agua**

- **Descripción del problema:** Se detectó un nivel considerable de pérdidas de agua provenientes de fugas y goteras en los sistemas de cañerías y en las válvulas de drenaje y trampas de vapor. Estas pérdidas generaban residuos industriales líquidos que eran descargados en el sistema de alcantarillado, además de un sobreconsumo de agua y energía requerida para la producción de vapor.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Se aplicó un conjunto de medidas de producción limpia consistentes en desarrollar y aplicar un programa de mantención adecuado para la reparación, verificación y control de fugas y goteras de las válvulas existentes. Con esto, se consiguió una significativa disminución en la cantidad de agua utilizada y en la cantidad de aguas residuales generadas.

- **Beneficios obtenidos:** El programa de mantención y las actividades de mejoramiento tuvieron un costo despreciable. El ahorro anual se estimó en US\$ 5.876 al año. Éste incluye sólo las reducciones de los consumos de agua y energía. Los beneficios obtenidos permitieron conseguir un retorno inmediato de la inversión. Así, mediante una medida muy simple, la empresa logró un considerable ahorro, aumentando la productividad y, a la vez, reduciendo los residuos líquidos generados.

Indicadores del proyecto PROQUINDUS (A)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
Despreciable	US\$ 5.876	Inmediato	Disminución del consumo de agua y descarga de aguas residuales al alcantarillado.

□ **Proyecto PROQUINDUS (B). Prolongación de la vida útil del baño de ácido carbonizante**

- **Descripción del problema:** En la empresa Proquindus, el ácido sulfúrico es utilizado en el proceso denominado baño ácido decarbonizante. En este proceso, necesario para eliminar impurezas de origen celulósico que trae la lana, se originaba un precipitado de sulfatos que era necesario eliminar cuando éste superaba cierto nivel en el estanque. Esto obligaba a una lenta y costosa operación de neutralización del baño, para su eliminación posterior al sistema de alcantarillado, con la consiguiente pérdida de ácido sulfúrico.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** En una primera etapa, se decidió implementar un sistema de filtro que hacía circular el baño en forma continua a un estanque pequeño, donde el sulfato decantaba por gravedad. El baño limpio retornaba al estanque principal por rebose y cada dos semanas

se retiraba el lodo producido, previamente neutralizado, dentro de bolsas plásticas.

- Más adelante, se buscó eliminar el problema desde su origen, es decir, evitando la producción del elemento contaminante. Esto se resolvió finalmente mediante el empleo de agua muy blanda, tanto para el baño decarbonizante como para todos los procesos previos a los que se había sometido la lana. Con ello se evitó la presencia de calcio y magnesio, principalmente, que eran los formadores de los precipitados en presencia de ácido sulfúrico, y se consiguió mantener el baño en buenas condiciones de manera indefinida.

- **Beneficios obtenidos:** Una vez materializada esta medida, permitió un ahorro de agua y ácido por un monto igual a US\$ 456 al año. La inversión requerida, en tanto, fue despreciable, por lo que el período de retorno de la inversión se estima inmediato.

Además de los beneficios enunciados, esta medida generó otros beneficios tales como un mejoramiento de las condiciones de seguridad ambiental para los trabajadores de ese sector de la empresa y una disminución de los requerimientos de regulación de pH en el efluente de la industria.

Indicadores del proyecto PROQUINDUS (B)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
Despreciable	US\$ 456	Inmediato	Disminución de la descarga de residuos líquidos con ácido sulfúrico.

4.2.5

Caso rubro fundiciones

▣ Principales problemas del rubro

Los problemas ambientales más significativos producidos por las empresas de este rubro están generalmente asociados a la generación de emisiones atmosféricas y residuos sólidos.

Los contaminantes que puede generar este tipo de industria son emisiones atmosféricas tales como material particulado, proveniente de todas las etapas del proceso; compuestos orgánicos volátiles provenientes de la etapa de producción de moldes y almas, carga de hornos, llenado de moldes, y enfriamiento; monóxido de carbono proveniente de los procesos de fundición, colada y transporte de material; óxidos de azufre y de nitrógeno provenientes de la fundición y fusión. También se generan residuos sólidos en casi todas las etapas de fundición, como polvos retenidos en filtros de manga, arenas de descarte provenientes del desmoldeo y limpieza, escorias, virutas y chatarra.

FICHA EMPRESA 5

SECTOR METALMECÁNICO / Rubro Fundiciones	
Empresa	GERDAU AZA
Tamaño	Grande
Producción	Fabricación de barras y perfiles de acero. Su proceso productivo consiste básicamente en el reciclaje de 425 mil toneladas de chatarra al año, el cual es llevado a cabo en etapas denominadas industrialización de la chatarra, horno eléctrico, colada continua, laminación, terminación y despacho.
Ubicación	Región Metropolitana
Proyectos	(A) Cambio de combustible del horno de recalentamiento por un combustible menos contaminante (B) Segregación de residuos sólidos

□ **Proyecto GERDAU AZA (A): Cambio de combustible del horno de recalentamiento por un combustible menos contaminante**

- **Descripción del problema:** En la Planta Renca, se abordó el problema ambiental generado por las emisiones atmosféricas de gases y material particulado provenientes del horno, mediante una medida de producción limpia. En general, las emisiones de gases a la atmósfera producen alteraciones en el suelo y la vegetación circundante, alteraciones de la infraestructura aledaña y toxicidad en los seres humanos, con efectos adversos respiratorios, oftálmicos y dérmicos.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** La medida aplicada consistió, en este caso, en instalar quemadores duales y cambiar el combustible del horno de recalentamiento, originalmente petróleo diesel, por gas natural, por ser un combustible menos contaminante. Este cambio permitió disminuir considerablemente las emisiones a la atmósfera producidas en la fundición.

- **Beneficios obtenidos:** El costo total de implementación se estimó en aproximadamente US\$ 500.000, que corresponde al cambio de quemadores de simples a duales, que permiten el uso del combustible alternativo. El ahorro anual se estimó en US\$ 150.000, valor que sólo incluye el ahorro por el uso de un combustible de menor costo. Otros beneficios no contabilizados son la eliminación de las necesidades de almacenamiento de combustible en la planta industrial y la disminución de las emisiones contaminantes, lo que facilita el cumplimiento de las normativas ambientales.

En particular, el cambio de combustible significó para la empresa pasar de una condición de industria afecta a situaciones de pre-emergencia

medioambiental, con la consiguiente necesidad de paralizar eventualmente el proceso productivo, a una situación de industria no afecta. Los altos costos asociados a la paralización de la producción, al ser evitados mediante el cambio de combustible, equivalen a considerables ahorros que hacen altamente rentable la medida de producción limpia adoptada.

Indicadores del proyecto GERDAU AZA (A)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 500.000	US\$ 150.000	40 meses	Disminución de emisiones de material particulado a valores entre 15 Y 20 mg/Nm ³ .

□ **Proyecto GERDAU AZA (B): Segregación de residuos sólidos**

- **Descripción del problema:** Dentro de los problemas ambientales detectados en la Planta Renca de Gerdau Aza, se constató la necesidad de implantar un programa de gestión de residuos sólidos industriales que debía incluir su segregación y disposición en lugares autorizados. Debido a la falta de este programa, se generaban pérdidas de materias primas, riesgos de derrames, condiciones deficientes de limpieza, mal manejo de residuos, dificultad en el transporte, y sub-aprovechamiento de los residuos que debían reciclarse, con el consiguiente aumento en el costo de disposición de los desechos.

Esta situación repercutía negativamente en el cumplimiento del objetivo que la empresa se había impuesto, consistente en el desarrollo y aplicación de un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Las medidas de producción limpia adoptadas en este caso, incluyeron el desarrollo y ejecución de un plan de concientización del personal para el manejo adecuado de residuos sólidos y la aplicación de mejoras en el orden y limpieza de los lugares de trabajo. El plan de manejo consistió en la segregación de los residuos mediante la instalación de contenedores diferentes para cada tipo, para su posterior reciclaje interno o externo, o su disposición, en el caso de los residuos peligrosos, en forma segura a través de empresas autorizadas o la venta a empresas externas para alternativas específicas de reciclaje, como es el caso de la recuperación de escoria. Cabe señalar que las medidas descritas fueron implantadas desde el comienzo de la puesta en marcha de la planta Colina, en marzo de 1999.

- **Beneficios obtenidos:** El costo de aplicación de estas medidas correspondió básicamente a la operación del sistema, tanto por la elaboración de procedimientos, como por la aplicación y disposición de los residuos. El ahorro asociado a estas medidas corresponde a la disminución de las pérdidas de residuos sólidos aprovechables, reciclándose un 30% de éstos,

y a la disminución en los costos de disposición, en alrededor de un 18%. Durante 1998, sólo el ahorro debido al reciclaje de laminilla alcanzó a US\$ 36.000.

Los beneficios obtenidos por la aplicación de esta medida son muy superiores al costo de aplicación de la misma. Junto con generar importantes beneficios económicos, se redujo la cantidad de residuos sólidos generados y los problemas ambientales asociados a estos residuos.

Indicadores del proyecto GERDAU AZA (B)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
Despreciable	US\$ 36.000	Inmediato	Reciclaje del 30% de los residuos sólidos.

4.2.6

Caso rubro lácteos

□ Principales problemas del rubro

Los principales problemas ambientales originados por las industrias del rubro lácteo están asociados a la generación de residuos líquidos y sólidos, siendo poco significativos los problemas ambientales relacionados con emisiones a la atmósfera.

Los residuos líquidos generados por la industria de lácteos provienen, entre otras fuentes, del agua de lavado de equipos, utensilios e instalaciones, del suero residual de la fabricación de queso, y de las soluciones ácidas y alcalinas y el agua utilizada en la limpieza de camiones, estanques y líneas de pasteurización. Estos residuos se caracterizan por una alta carga orgánica y de sólidos suspendidos y una carga media de aceites y grasas.

La generación de desechos sólidos proviene principalmente de los recortes de queso, además de otros residuos tales como maderas, papeles, plásticos utilizados en envases de materias primas, insumos y productos terminados. Las emisiones a la atmósfera son producidas básicamente por las calderas y por el polvo generado en los procesos de formulación y secado de leche y suero.

FICHA EMPRESA 6

SECTOR ALIMENTOS/ Rubro Lácteos	
Empresa	INDUSTRIAL Y COMERCIAL LOS FUNDOS LTDA.
Tamaño	Grande

Producción	Quesos envejecidos y frescos, mantequilla, crema y leche pasteurizada..
Ubicación	Talagante, Región Metropolitana
Proyectos	(A) Reciclaje de soluciones de soda cáustica y ácido en lavados CIP (B) Disminución de residuos de mantequilla en lavado del batidor (C) Mejoramiento de la contención del queso en la operación de relleno de moldes (D) Disminución del consumo de agua destinada a limpieza

□ **Proyecto LOS FUNDOS (A): Reciclaje de soluciones de soda cáustica y ácido en lavados CIP**

- **Descripción del problema:** Uno de los problemas ambientales generado por esta industria residía en el hecho de que no todas las soluciones de soda cáustica y ácido, utilizadas en los lavados mediante sistemas del tipo CIP, eran recirculadas y reutilizadas en nuevas operaciones de lavado. En algunos casos, como en el lavado de los camiones que transportan la leche, sí se hacía recirculación de las soluciones de soda y ácido, las que se utilizaban para el lavado de varias unidades, y se descargaban cuando alcanzaban cierto grado de suciedad. En otros casos, por ejemplo para el lavado de los equipos pasteurizadores, las soluciones utilizadas no eran recirculadas, por lo que se usaban una sola vez y luego se descargaban como residuos líquidos.

Esto daba lugar a altos costos debido al consumo de sustancias químicas, a la necesidad de tratar un gran volumen de residuos líquidos y a la producción de lodos en el sistema de tratamiento.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** En este caso, la medida de producción limpia consistió simplemente en el cambio de los procedimientos de lavado, permitiendo que, en todos los casos, las soluciones de soda cáustica y ácido fueran recirculadas y reutilizadas varias veces. En los casos en que ya se reutilizaban estas soluciones, se determinó que era posible usar la misma solución en un mayor número de lavados. Lo anterior permitió disminuir el volumen y carga contaminante de los residuos líquidos generados.

- **Beneficios obtenidos:** El costo de inversión asociado a esta medida fue de US\$ 925, en tanto que los beneficios obtenidos se estimaron en US\$ 1.828 por año. La inversión incluye el equipamiento hidráulico para hacer posible la reutilización de las soluciones y el ahorro incluye la disminución de costo asociada al menor consumo de agua, soda cáustica y ácido, y la disminución del costo del tratamiento de los residuos líquidos. El tiempo de retorno de la inversión es de seis meses en este caso.

Esta medida de producción limpia, simple y rentable, permitió mejorar la productividad de la empresa y al mismo tiempo reducir el problema ambiental asociado a los residuos industriales líquidos.

Indicadores del proyecto LOS FUNDOS (A)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 925	US\$ 1.828	6 meses	Disminución de residuos líquidos descargados al sistema de tratamiento.

□ **Proyecto LOS FUNDOS (B): Disminución de residuos de mantequilla en lavado del batidor**

- **Descripción del problema:** Otra oportunidad de reducción de contaminantes en su origen se detectó en el proceso de transporte de la mantequilla desde el equipo batidor hasta los estanques de acumulación. Los restos de mantequilla adheridos al batidor eran retirados mediante lavados con abundante agua y detergente. Esto, junto con generar pérdidas de producto, generaba un efluente con alta carga orgánica y alto contenido de aceites y grasas, que se descargaba en el sistema de tratamiento de los residuos líquidos, aumentando su costo de operación.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** El problema descrito se abordó mediante la aplicación de una medida de producción limpia muy simple, consistente en el raspado y recuperación de la película de mantequilla adherida al batidor, antes de su lavado con agua y detergente. El sólido recuperado se almacenó en estanques para su posterior reutilización. Bajo el nuevo procedimiento, sólo una vez que se retira la mayor parte posible de la mantequilla adherida en el equipo batidor, se procede al lavado con agua y detergente.

- **Beneficios obtenidos:** Esta medida permitió un ahorro del agua y detergentes requeridos para el lavado del batidor e incidió en una disminución de los costos de operación del sistema de tratamiento y disposición final de residuos líquidos, al disminuir su volumen y carga contaminante.

El costo total de aplicación de esta medida fue de US\$ 100, mientras que el ahorro anual obtenido fue de US\$11.200. En este ahorro se incluye la reducción del costo del agua y detergente utilizados en el lavado del batidor y la disminución de los costos de tratamiento y disposición final de residuos industriales líquidos. La inversión requerida en este caso se recupera aproximadamente en el lapso de un mes.

Indicadores del proyecto LOS FUNDOS (B)
--

Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 100	US\$ 11.200	1 mes	Disminución de grasas y aceites en los residuos líquidos.

□ **Proyecto LOS FUNDOS (C): Mejoramiento de la contención del queso en la operación de relleno de moldes**

- **Descripción del problema:** En el proceso de moldeado de quesos se detectó un problema que redundaba en generación de residuos y sub-aprovechamiento del producto. El diseño inadecuado del sistema de contención de los moldes daba origen a derrames de producto, los que eran limpiados y arrastrados con agua, generando, de este modo, residuos líquidos con alta carga orgánica, sólidos suspendidos y aceites y grasas.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** El problema fue abordado mediante el rediseño de los moldes y su sistema de contención para evitar derrames y/o goteos. La solución adoptada permitió reducir notablemente los residuos generados en este sector y disminuir los requerimientos de agua para lavar y arrastrar estos residuos. Al mismo tiempo se aumentó el rendimiento del proceso, es decir, la cantidad de queso producida.

- **Beneficios obtenidos:** El costo de inversión de esta medida fue de US\$ 9.135, permitiendo aumentar en un 3% la cantidad de queso obtenida del proceso productivo, además de generar beneficios adicionales por la disminución de la cantidad y carga contaminante de los residuos líquidos.

No se cuenta con antecedentes cuantitativos de los beneficios anuales asociados a esta medida de producción limpia, aunque se estima que éstos deberían ser mayores a la inversión efectuada, con un período de retorno inferior a un año.

Indicadores del proyecto LOS FUNDOS (C)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 9.135	3% de aumento en la producción	Inferior a un año	Disminución de contaminantes al sistema de tratamiento y disposición a vertederos.

□ **Proyecto LOS FUNDOS (D): Disminución del consumo de agua destinada a limpieza**

- **Descripción del problema:** En esta empresa se detectó que el consumo de agua era superior al nivel de consumo recomendado para este tipo de industrias, que es de 2 a 4 litros de agua por litro de leche procesada. Una gran parte del agua consumida era utilizada para lavados y limpieza de equipos y pisos. Esto se explicaba en parte por la existencia de considerables

volúmenes de agua que escurrían, sin estar asociados a ningún uso, debido a descuidos o a falta de mantención de equipos y conducciones.

Como consecuencia del uso desmedido del agua se generaba una gran cantidad de residuos líquidos caracterizados por una alta carga orgánica, sólidos suspendidos, nitrógeno y aceites y grasas.

- **Medidas de producción limpia adoptadas:** Para abordar el problema identificado se instaló pitones con cierre automático en todas aquellas mangueras que eran utilizadas para las tareas de lavado, con lo cual la limpieza es más efectiva y se reduce considerablemente el consumo de agua.
- **Beneficios obtenidos:** El costo total de la instalación de los pitones en las mangueras fue de US\$150, mientras que el ahorro anual obtenido se estimó en US\$ 16.750. Este ahorro incluye sólo la reducción de aquellos costos económicamente medibles, tales como el ahorro por la disminución del consumo de agua, y la disminución en los costos de disposición de los residuos generados. Sin embargo, no incluye otros beneficios intangibles, como los asociados a una limpieza más efectiva y al cumplimiento de los requerimientos ambientales.

Los beneficios anuales medibles son muy superiores a la inversión efectuada, y el tiempo de retorno de la inversión es de un mes. De esta forma, una medida sencilla permitió un avance sustantivo en términos ambientales y, al mismo tiempo, un considerable ahorro en los costos de producción

Indicadores del proyecto LOS FUNDOS (D)			
Costo total	Ahorro anual	Tiempo de retorno	Reducción de contaminantes
US\$ 150	US\$ 16.750	1 mes	Disminución del consumo de agua y la generación de residuos líquidos