



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

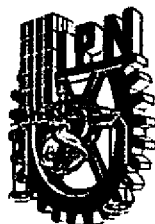
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



Instituto Politécnico Nacional

Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

INFORME DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DEL AZÚCAR DE CAÑA EN MÉXICO Y CENTROAMÉRICA

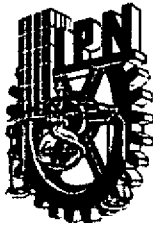
Octubre de 2006

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos*
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



Instituto Politécnico Nacional

Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
a.- Taller de Producción Más Limpia.....	3
b.- Visitas de Pre-evaluación.....	3
c.- Aceptación de los Ingenios.....	4
d.- Evaluación de Ingenios.....	4
e.- Taller de Medio Término.....	5
f.- Evaluación de Ingenios de Centroamérica.....	5
g.- Informe Preliminar.....	5
h.- Informe Final.....	5
i.- Seguimiento del proyecto.....	7
j.- Presentación de resultados.....	7
k. Guía de Producción Más Limpia.....	7
RESÚMENES EJECUTIVOS DE LOS INGENIOS AZUCAREROS.....	9
Resumen Ejecutivo del Ingenio Adolfo López Mateos (México).....	9
Resumen Ejecutivo del Ingenio Tres Valles (México).....	18
RESÚMENES DE SEGUIMIENTO EN LOS INGENIOS AZUCAREROS.....	24
Seguimiento del Proyecto en el Primer Ingenio Mexicano.....	24
Seguimiento del Proyecto en el Segundo Ingenio Mexicano.....	26
Evaluación de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética en un Ingenio de Costa Rica.....	28
Evaluación de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética en un Ingenio de El Salvador.....	30
RESUMEN DE LA GUÍA DE P+L.....	32
ANEXO 1 PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.....	37
ANEXO 2 ASISTENTES AL TALLER DE P+L, EE Y SAA.....	41
ANEXO 3 EQUIPOS DE TRABAJO.....	43
ANEXO 4 ASISTENTES AL TALLER DE MEDIO TERMINO.....	45

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos*
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202

Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



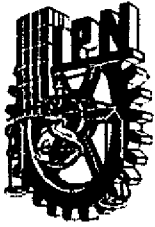
INTRODUCCIÓN

El Proyecto de Producción Más Limpia (P+L), Eficiencia Energética (EE) y Sistemas de Administración Ambiental (SAA) en la Industria del Azúcar de Caña en México y Centroamérica, coordinado por el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia (CMP+L), ha sido auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el Gobierno de México a través del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y del Instituto Mexicano de Cooperación Internacional y el Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (GEPLACEA).

El CMP+L, bajo el auspicio de la ONUDI, USAID y GEPLACEA, conformó un grupo de ingenios azucareros integrado por dos Ingenios en México, un Ingenio en Costa Rica y un Ingenio en El Salvador; todos ellos interesados en implantar las técnicas de Producción Más Limpia.

El objetivo de este programa fue demostrar que la incorporación de prácticas de P+L, eficiencia energética, y sistemas de administración ambiental, proporcionan en beneficios ambientales y económicos, para la agroindustria del azúcar de caña. Al mismo tiempo, el programa buscó reforzar los vínculos de cooperación entre la industria azucarera de toda la región y fomentar la cooperación entre las instituciones relacionadas a este sector en los países participantes.

El proyecto, se basó en la metodología de Producción Más Limpia de la ONUDI, la cual consta de cinco fases (Planeación y Organización, Pre-evaluación, Evaluación, Estudio de Factibilidad e Implantación y Seguimiento). Adicionalmente a esto, los Ingenios recibieron apoyo para establecer las bases de un Sistema de Administración Ambiental basado en la norma del sistema ISO 14000 (aún cuando no se pretenda obtener la certificación).



RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo de este informe es presentar y detallar todas las actividades desarrolladas en México y Centroamérica (Costa Rica y San Salvador) como parte del proyecto Producción Más Limpia, Eficiencia Energética y Administración Ambiental en la industria del azúcar de caña en México y Centroamérica.

Este informe detalla las actividades desarrolladas dentro del proyecto desde enero a la terminación del mismo en junio del 2002, las actividades realizadas incluyen de manera general lo siguiente:

- a) Taller de Producción Más Limpia (7 al 11 de febrero de 2000)
- b) Visitas de Pre-evaluación a 4 Ingenios Mexicanos (marzo y abril de 2000)
 - Ingenio San José de Abajo (Veracruz, México)
 - Ingenio Adolfo López Mateos (Oaxaca, México)
 - Ingenio Tres Valles (Veracruz, México)
 - Ingenio Tamazula (Jalisco, México)
- c) Aceptación de los Ingenios a participar en el proyecto (mayo de 2000)
 - Ingenio Tres Valles (México)
 - Ingenio Adolfo López Mateos (México)
 - Ingenio Central Izalco (El Salvador)
 - Ingenio Atirro (Costa Rica)
- d) Evaluación de los 2 ingenios Mexicanos (mayo y junio) cuyos aspectos de interés fueron:
 - Diagnóstico de Producción Más Limpia
 - Consumo de agua
 - Control de procesos
 - Diagnostico Energético
 - Energía eléctrica
 - Energía térmica
 - Diagnostico Ambiental
- e) Taller de Medio Término (27 y 28 de julio de 2000)
- f) Evaluación de los Ingenios de Costa Rica y El Salvador
- g) Elaboración de Informes Preliminares para los Ingenios Mexicanos (agosto de 2000)
- h) Elaboración de informe final para los Ingenios Mexicanos (octubre de 2000)



- i) Seguimiento del proyecto
- j) Presentación de resultados
- k) Guía de Producción Más Limpia en Ingenios Azucareros

A continuación se describirá cada una de estas actividades con mayor detenimiento.

a.- Taller de Producción Más Limpia

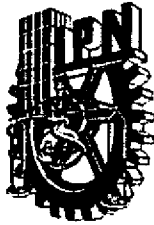
El inicio formal de este proyecto comenzó con la impartición del taller de Producción Más Limpia en Veracruz-México, entre los días del 7 al 11 de febrero de 2000. En este taller Participaron 8 Ingenios Mexicanos y 4 Centros Nacionales de Producción más Limpia de Centroamérica (Costa Rica, El San Salvador, Guatemala y Nicaragua). Este evento inició con una serie de ponencias explicando los antecedentes del Proyecto de Producción Más Limpia en este sector agroindustrial en 1992 en México, con el Proyecto CLEANSUGARTEC, el cual se desarrollo bajo la metodología DESIRE. Posteriormente se detalló la metodología de ONUDI que se aplicaría, la cual contempla los siguientes puntos:

- Fase 1 Planeación y Organización
- Fase 2. Evaluación Previa
- Fase 3 Evaluación
- Fase 4 Estudio de Factibilidad
- Fase 5 Implantación y Seguimiento.

Como parte integral del taller, se visitaron las instalaciones del Ingenio "El Potrero", el cual había participado en el proyecto anteriormente mencionado. El personal de este ingenio presentó algunos avances realizados a partir de aquel proyecto. Posteriormente se contó con la participación del sector azucarero de México, el cual expuso la situación por la que pasa este sector; y finalmente se explicó la forma operacional del proyecto, los apoyos obtenidos, el periodo de tiempo que abarcaría y los alcances del proyecto, los asistentes a este taller se encuentran en el ANEXO 2.

b.- Visitas de Pre-evaluación

Durante los meses de marzo y abril se realizaron 4 pre-evaluaciones a 4 diferentes ingenios. Esta actividad consumió bastante tiempo porque el personal del ingenio estaba en plena época de zafra y las citas no se lograban confirmar, aproximadamente se enviaron 20 invitaciones a diferentes ingenios para lograr su participación y autorizar las pre-evaluaciones. Los ingenios a los cuales se les realizó una visita de Preevaluación fueron:



- Ingenio San José de Abajo (Veracruz, México)
- Ingenio Adolfo López Mateos (Oaxaca, México)
- Ingenio Tres Valles (Veracruz, México)
- Ingenio Tamazula (Jalisco, México)

c.- Aceptación de los Ingenios

Toda la información recolectada a partir de las pre-evaluaciones se recopiló en un informe que sirvió como antecedente para las actividades subsecuentes. El criterio de selección de los ingenios incluyó los siguientes aspectos:

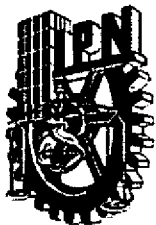
- Nivel de interés y compromiso de la gerencia.
- Compromiso del personal de supervisión del ingenio hacia el Programa.
- Consumos de agua y energía (eléctrica y térmica).
- Nivel de generación de desechos.
- Factor económico para implantar las medidas de Producción Más Limpia
- Tamaño del ingenio

Con base en lo anterior, se seleccionaron 2 ingenios, siendo ellos los Ingenios Tres Valles y Adolfo López Mateos

El Centro Nacional de Producción Más Limpia de Costa Rica ya tenía seleccionado el Ingenio con quien trabajaría, este fue el Ingenio Atirro y el Centro Nacional de Producción Más Limpia de El San Salvador también logro interesar al ingenio Central Izalco para participar en este proyecto. Como apoyo a los CNP+L de Costa Rica y El Salvador, personal técnico del CMP+L (Ing. Rigoberto Roa e Ing. Ignacio Sánchez) realizó un viaje hacia aquellos países, para conocer los avances logrados hasta el momento. Entre el 12 y el 14 de junio se visitó el Ingenio Atirro de Costa Rica entrevistándose con el Ing. José Emil de la Rocha y con el Ing. Juan Andrés Zamora. Mientras que en el Ingenio Central Izalco de El Salvador se entrevistó con la Ing. Claudia Figueroa y el Ing. Julio de la Cruz.

d.- Evaluación de Ingenios

Durante los meses de Mayo y junio del 2000 se realizaron las evaluaciones de los Ingenios Mexicanos, cada evaluación tuvo una duración de 15 días en planta; para ello se contó con un equipo constituido por 10 técnicos que analizaron el Proceso Productivo (control del proceso de consumo de agua, prevención de la contaminación) Eficiencia Energética (energía térmica y eléctrica) y Administración Ambiental (instrumentos operativos y administrativos). Como contraparte, los ingenios participaron con



Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

aproximadamente 25 técnicos (en el ANEXO 3 se presenta el personal de cada ingenio participante).

El análisis de la información obtenida de cada Ingenio se realizó en el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia durante los siguientes 15 días, obteniendo en cada caso un informe preliminar.

e.- Taller de Medio Término.

Este evento se realizó los días 27 y 28 de julio en la ciudad de México, contó con la participación de los 4 Ingenios, en él se expusieron los avances obtenidos y las actividades por realizar (en el ANEXO 4 se presenta la lista de participantes).

Los aspectos abordados fueron: Reducción en el consumo de agua, Control de impurezas en el proceso de producción, Modernización Tecnológica, Consumo eficiente de energía térmica y eléctrica y finalmente Sistemas de Administración Ambiental

f.- Evaluación de Ingenios de Centroamérica

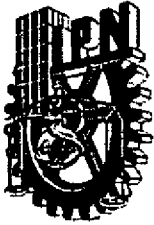
Dentro del trabajo realizado por el CMP+L en los ingenios de Centroamérica y tomando como base las experiencias aprendidas en los ingenios mexicanos, se realizó junto con los Centros Nacionales de Producción Más Limpia (CNP+L), un diagnóstico preliminar en el Ingenios de Costa Rica y en el Ingenio de El Salvador respectivamente, durante la zafra 99-00, de los cuales se obtuvieron una serie de recomendaciones de ahorro, las cuales serían evaluadas y complementadas en el periodo de zafra 00-01. El resumen de la evaluación se puede ver más adelante.

g.- Informe Preliminar.

A finales de agosto se entregó a cada Ingenio Mexicano un informe preliminar de las posibles opciones de Producción Más Limpia detectadas en las instalaciones. El personal técnico de cada región analizó las oportunidades de Producción Más Limpia presentados en ese informe.

h.- Informe Final

A partir del análisis realizado al informe preliminar por el personal del Ingenio Tres Valles en Agosto de 2000, se complementó el informe final el cual fue presentado y entregado en el mes de Septiembre de 2000 en las instalaciones del propio ingenio.



Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

La adopción de las 13 oportunidades de ahorro presentadas las cuales incluyen agua, producto, energía eléctrica y térmica, propiciarían una disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera de 3,886 ton/año. La inversión total necesaria es de US \$266,415,1, con un beneficio económico de US\$277,310 al año. El periodo simple de recuperación de la inversión es de 0.96 años. En lo relacionado al aspecto de Administración Ambiental, se presento una serie de recomendaciones las cuales pueden servir como base para implantar un Sistema de Administración Ambiental.

De igual manera, con los comentarios realizados por el personal del Ingenio Adolfo López Mateos, al informe preliminar entregado durante el mes de Septiembre de 2000, se preparó el informe final, el cual fue presentado y entregado en las instalaciones del ingenio en el mes de Octubre de 2000. Dentro de este reporte se encuentran desarrolladas y evaluadas 16 oportunidades con las cuales se podrán obtener ahorros en agua, producto, energía eléctrica y térmica, con el beneficio ambiental de reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera en 11,931ton/año, la inversión total necesaria para llevar a cabo la implantación es de US\$248,026, con un beneficio económico de US\$617,509, el periodo simple de recuperación de la inversión resulta ser de 0.40 años.

Los resultados globales estimados con base a los diagnósticos para los Ingenios de México con la implantación de todas las oportunidades de ahorro detectadas representarán un beneficio económico estimado de 8,948,200\$/año; la inversión que requiere es del orden de ~\$5,144,400, por lo cual se tendrá un periodo simple de recuperación de la inversión de ~0.57 años.

Ambientalmente hablando, la adopción de todas las medidas de Producción Más Limpia en los Ingenios mexicanos, tendrá como resultado una disminución en el consumo de agua de ~ 547,022 m³/año, una reducción en pérdidas azúcar de ~943.92 ton/año a ~4,084.92 ton/año, una disminución en el consumo de combustible de ~3,792,538 litros/año lo que representa una reducción en las emisiones de CO₂ a la atmósfera de aproximadamente 15,817 ton/año. Además se obtendrá una disminución en el consumo de energía eléctrica fuera del periodo de zafra de 1,363,000 Kwh/año.

De acuerdo con el periodo simple de recuperación de la inversión de todas las oportunidades de ahorro detectadas en los ingenios azucareros, tenemos que 12 de ellas no requieren inversión por lo tanto el PSRI resulta ser inmediato, 5 de ellas se recuperan en menos de 6 meses, otras 4 de ellas se recuperan en un periodo de entre 6 y 12 meses, y el resto se recupera en un periodo mayor a un año. De acuerdo a los beneficios globales



estimados se tendría un ahorro en el consumo de agua de ~547,022 m³/año, lo que equivale al consumo anual de 3,750 personas¹.

i.- Seguimiento del proyecto

Una vez concluidas las etapas de evaluación y continuando con la Metodología de Producción Más Limpia, el CMP+L, se realizó la fase de seguimiento a los ingenios mexicanos durante el mes de Abril de 2001, así mismo, se proporcionó el apoyo a los CNP+L de Centroamérica para efectuar la etapa de evaluación de la metodología de P+L en el Ingenio Atirro de Costa Rica y el Ingenio Izalco de El Salvador, durante los meses de Marzo a Mayo de 2001.

j.- Presentación de resultados

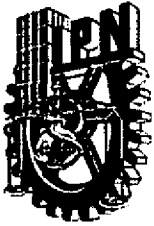
Como parte final del proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la industria del azúcar de caña en México y Centroamérica, se realizó la presentación y difusión de los resultados del proyecto en junio del 2002, en Costa Rica, en la cual asistieron los representantes de los ingenios evaluado, de los Centros de Producción más Limpia participantes y representantes del sector azucarero de Costa Rica.

k. Guía de Producción Más Limpia

De la experiencia obtenida en los ingenios mexicanos, se elaboró durante los meses de Noviembre de 2000 a Febrero de 2001, la *Guía de Producción Más Limpia en el Sector Azucarero Mexicano*, en la cual se presentan, 19 oportunidades diferentes, de un total de 29, correspondientes al uso de agua, pérdidas de azúcar, energía térmica y eléctrica, así como algunas recomendaciones ambientales para iniciar un programa administración ambiental. De acuerdo con el periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI), de todas las oportunidades de ahorro detectadas, tenemos que 12 de ellas no requieren inversión por lo tanto el PSRI resulta ser inmediato, 5 de ellas se recuperan en menos de 6 meses, otras 4 de ellas se recuperan en un periodo de entre 6 y 12 meses, y el resto se recupera en un periodo mayor a un año.

El Proyecto concluye, con la realización de los estudios de caso de los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas en los distintos ingenios participantes en el Programa, los estudios de caso serán utilizados para la disseminación de información y

¹ Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 1999. Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana. México



Instituto Politécnico Nacional

8

Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

resultados del Programa por parte de los Ingenios, CMP+L, y las demás organizaciones patrocinadoras.

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos*
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202

CMP+L
Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



RESÚMENES EJECUTIVOS DE LOS INGENIOS AZUCAREROS

RESUMEN EJECUTIVO DEL INGENIO ADOLFO LÓPEZ MATEOS (MÉXICO)

El Ingenio Adolfo López Mateos, S.A. de C.V. es una empresa dedicada a la elaboración de azúcar refinada como producto principal, y utiliza la caña de azúcar como materia prima.

Sus instalaciones se localizan en el km 7 de la carretera Tuxtepec Oaxaca, San Antonio el Encinal, municipio de Tuxtepec, Oaxaca. El sistema orográfico de la región está conformado por la planicie costera y las principales estribaciones de las cordilleras que forma la Sierra Madre Oriental.

La red hidrográfica de la zona de Tuxtepec incluye los ríos Tonto, Santo Domingo y Valle Nacional, afluentes, todos ellos, del Río Papaloapan, que nacen en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental.

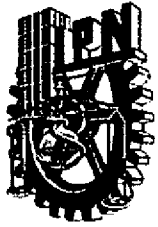
El clima de la región de Tuxtepec está clasificado como boscoso, intermedio entre el de selva y el de sabana. La relación entre la precipitación anual y el mes más pobre en lluvias en este clima de bosque es menor que la que existe en el clima de selva y mayor que la del clima de sabana. La temperatura máxima en el año ocurre antes del verano. El clima es húmedo, con moderada deficiencia de agua en el invierno, que es ligeramente seco.

El Ingenio Adolfo López Mateos tiene una capacidad de molienda instalada de 8,500 toneladas de caña por día. El número de personas que laboran en planta durante el período de zafra está conformado de la siguiente² manera: 507 trabajadores sindicalizados de planta y 200 eventuales, además de 70 empleados. El horario de trabajo es de 24 horas durante la época de zafra, la cual se extiende entre los meses de diciembre y mayo; y de 8 horas para el resto del año, período que se aprovecha para realizar reparaciones y modificaciones en la planta.

El consumo promedio de agua en el Ingenio es de 998,100 m³/año. El ahorro que se obtendrá en este rubro con la aplicación de las medidas identificadas en el presente diagnóstico será de 259,905 m³/año (26% del consumo anual), cifra que se traduce en un ahorro económico de 468,838 \$/año³, con una inversión de \$64,728 y un período simple de recuperación de la inversión de 0.13 años

² Información proporcionada por el Contador General del Ingenio

³ Todos los valores monetarios están dados en pesos mexicanos



Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

El estudio contempla la instalación de un sistema de control de dextranos que permitiría recuperar de 203 a 1,625 ton azúcar/año y que provocaría un ahorro económico de \$874,392 a 6,988,679 al año.

El diagnóstico también evaluó oportunidades de minimización de pérdidas indeterminadas de azúcar, dando como resultado la posibilidad de disminuir las mismas en un 21%, lo que representa un ahorro económico de 1,818,509 \$/año, con una inversión de \$120,000 y un periodo simple de recuperación de 0.06 años. Por otra parte, se espera una reducción de la carga orgánica en el agua de reposición a la torre de 9,705 ppm de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

El Ingenio utiliza dos tipos de combustible para accionar sus cinco generadores de vapor, bagazo, cuyo consumo es de 232,262 ton/año (83.38% del total), y combustóleo (como combustible complementario), con un consumo de 11,298,240⁴ litros/año, que representa el 16.62% del total de combustible empleado.

Con la aplicación de las medidas de ahorro de energía térmica identificadas se logrará una disminución en el consumo de combustible de 2,385,772 l/año, y con la aplicación de las medidas de proceso se reducirá el consumo de combustóleo en 2,569,765 l/año. En conjunto, las recomendaciones representan una disminución del 22.7% del consumo de combustóleo empleado anualmente en el Ingenio.

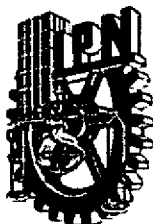
El beneficio económico esperado por la aplicación de las medidas de ahorro de energía térmica es de 2,785,782. \$/año. La inversión necesaria es de \$1,719,347, por lo que el periodo simple de recuperación de la inversión es de 0.61 años.

El Ingenio cuenta con una planta de energía eléctrica, integrada por 4 turbogeneradores, con la cual satisface plenamente sus necesidades en este renglón, por lo que no requiere comprar energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) durante el periodo de zafra.

En el periodo de reparación, el Ingenio consume energía eléctrica a través de la acometida de CFE. Su consumo durante el mismo es de 1,185,000 kWh/año⁵. Si se aplica la medida de ahorro de energía "reemplazo de iluminación", el ahorro de energía eléctrica será de 177,589 kWh en este periodo, lo que representa una disminución del 15% y un ahorro económico de 126,570 \$/año.

⁴ Estimación del consumo de combustóleo proyectado a 180 días de zafra

⁵ Información extraída del balance energético en turbogeneradores proporcionado por la Superintendente de Electricidad



Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

La adopción de todas las medidas de Producción Más Limpia tendrá como consecuencia una disminución en las emisiones de CO₂ a la atmósfera de aproximadamente 11,931ton/año. La inversión total necesaria para llevar a cabo la implantación de todas las medidas es de \$2,480,260, con un ahorro económico de \$6,175,094. El periodo simple de recuperación de la inversión es de 0.40 años.

En la sección concierne a Administración Ambiental, el diagnóstico presenta los instrumentos existentes con los que el Ingenio cuenta actualmente, los cuales pueden servir como base para establecer un Sistema de Administración Ambiental. Se presentan también recomendaciones específicas sobre cada punto particular de la norma ISO14001 y la relación que guarda con los aspectos ambientales más importantes. El grado de aplicación de estas medidas, en forma simultánea con las medidas de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética, dependerá de diversos factores, como la Política Ambiental, el sistema de organización del Ingenio y las condiciones de operación del mismo.

Se presenta, además, una serie de recomendaciones que, por limitaciones propias del proyecto, no pudieron ser evaluadas a detalle, pero que, sin embargo, son acciones cuya aplicación propiciará beneficiós económicos 3,630,000 \$/año, dando como resultados una reducción en el consumo de combustóleo de 3,000,000 l/año y una disminución de las emisiones de CO₂ de 8,600 ton/año. La inversión necesaria para aplicar las medidas es de \$1,380,000 por lo que el periodo simple de recuperación de la inversión es de 0.4 años.

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos por rubro, los cuales incluyen: agua industrial, residuos peligrosos, control de dextranos, reducción de pérdidas indeterminadas, energía térmica y energía eléctrica.

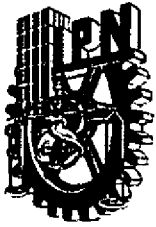
Resumen de los beneficios económicos en el Ingenio

Recurso	Beneficio económico, \$/año	Porcentaje de reducción, %
Agua industrial	468,838	26
Control de dextranos	874,392 - 6'988,679	9 - 72
Pérdidas indeterminadas de azúcar	1'818,509	22
Energía térmica (combustóleo)	3'109,415	22
Energía eléctrica	126,570	15

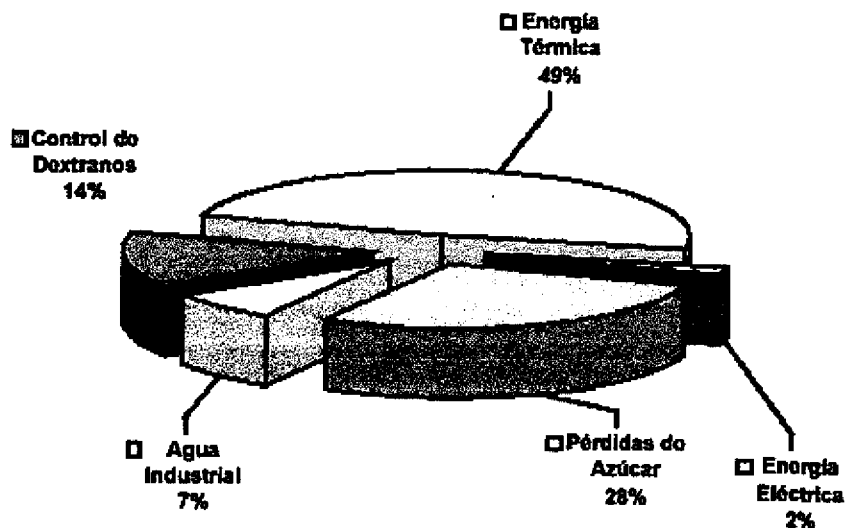
Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202





Resumen gráfico de los beneficios económicos en el Ingenio



Resumen de consumos, generación y gastos en el Ingenio

	Unidad	Consumo o generación anual	Costo (\$/unidad)	Gasto anual (\$/año)
Agua industrial	m ³	998,100	0.5859	584,870
Residuos peligrosos	Litro	49,400	3.00	148,200
Costo por productos químicos ⁶	Kg	Ver Anexo I	Ver Anexo I	4'729,892
Energía térmica ⁷ (combustóleo)	Litro	11'298,240	1.21	13'670,870
Energía eléctrica ⁸	KWh	1'185,000	N/D	N/D
	KW	N/D ⁹		

⁶ Se consideran solamente los productos químicos involucrados en las opciones

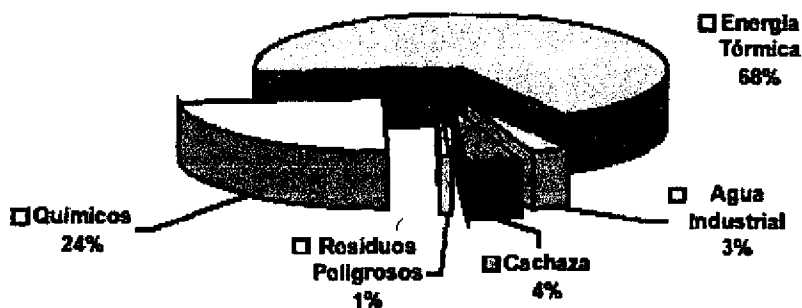
⁷ Información disponible al 9 de abril

⁸ Consumo de energía eléctrica correspondiente al periodo fuera de zafra

⁹ N/D: Información que no fue Disponible



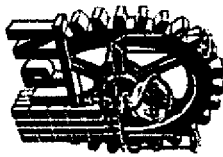
Resumen gráfico de gastos en el Ingenio



Resumen de beneficios ambientales y energéticos

Concepto	Inversión, \$	Beneficio económico, \$/año	Beneficios ambientales	Situación actual	Porcentaje de reducción, %	Reducción de CO ₂ , ton/año
Reducción en el consumo de agua industrial	64,728	468,838	259,906 m ³ /año	998,100 m ³ /año	26	-
Reducción en las pérdidas de azúcar	120,000	2'692,901	Disminución de 9,705 ppm DBO, 698.925 ton azúcar/año ¹⁰	2,259 ton azúcar/año	30.54	-
Reducción en el consumo de energía eléctrica	576,185	126,570	177,589 kWh/año	1'185,000 kWh/año	15	—
Reducción en el consumo de energía térmica	1'719,347	2'785,782	2'569,765 l/año de combustóleo	11'298,240 l/año combustóleo	22.7	11,931

¹⁰ Este valor no incluye la recuperación de azúcar en las impurezas, ya que es azúcar que no entra al proceso



Resumen de oportunidades de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética

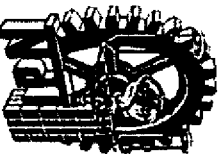
Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI ¹¹ (años)
1. Controlar adecuadamente la adición de biocida	Recuperación de azúcar, de 203 a 1,625 ton/año	874,392 a 6'988,679	-	Inmediato
2. Instalar sistemas de control de nivel y flujo en los tanques de licor y espumas	Recuperación de azúcar: 488 ton/año Disminución de DBO en el agua de reposición a torre 7,309 ppm Disminución en el consumo de combustible: 183,993 l/año Disminuciones de emisiones de CO ₂ : 4,908 ton/año Ahorro en el consumo de químicos: 3,220 kg/año	1'133,960	40,000	0.035
3. Evitar arrastres de azúcar	Recuperación de azúcar: 7,925 ton/año Reducción de la carga orgánica en el agua de reposición: 2,396 ppm de DBO	684,549	80,000	0.12

¹¹ PSRI: Periodo Simple de Recuperación de la Inversión

Instituto Politécnico Nacional
 Centro Mexicano para la Producción Más Limpia
 Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
 Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
 Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
 Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
 Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202
 www.cmpl.ipn.mx



Centro Mexicano para la
 Producción Más Limpia

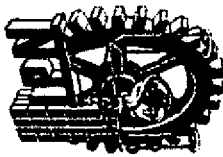


Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI™ (años)
4. Reducir el consumo de agua en el proceso	Ahorro de agua: 259,905 m ³ /año	468,838	64,728	0.13
5. Reducir la temperatura de aire de admisión al compresor	Ahorro de energía térmica: 9,641 l/año Disminución de emisiones: 27.5 ton CO ₂ /año	11,666	-	Inmediato
6. Optimizar el uso del aire comprimido	Ahorro de energía térmica: 48,439 l/año Disminución de emisiones: 138.17 ton CO ₂ /año	58,611	-	Inmediato
7. Reducir las pérdidas de energía por el vapor de desfogue en el área de fábrica	Ahorro de energía térmica: 153,140 l/año Disminución de emisiones: 444 ton CO ₂ /año	185,299	-	Inmediato
8. Modernizar el equipo de centrifugado	Ahorro de energía térmica: 49,997 l/año Disminución de emisiones: 143 ton CO ₂ /año	60,496	-	Inmediato
9. Eliminar fugas de vapor	Ahorro de energía térmica: 1'704,021 l/año Disminución de emisiones: 4,942 ton CO ₂ /año	2'061,866	-	Inmediato
10 Colocar aislamiento	Ahorro de energía	107,118	50,668	0.47

Instituto Politécnico Nacional
 Centro Mexicano para la Producción Más Limpia
 Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
 Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
 Unidad Profesional 2Adoolfo López Mateos
 Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
 Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202
 www.cmpi.ipn.mx

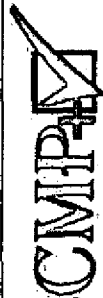




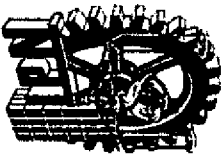
Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI TM (años)
térmico en tanques	térmica: 88,528 l/año Disminución de emisiones: 252.79 ton CO ₂ /año			
11. Cambiar trampas de vapor	Ahorro de energía térmica: 29,000 l/año Disminución de emisiones: 83 ton CO ₂ /año	35,091	19,070	0.54
12. Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas	Ahorro de energía térmica: 135,191 l/año Disminución de emisiones: 386 ton CO ₂ /año	163,582	100,091	0.61
13. Colocar aislamiento térmico en las turbinas de la planta eléctrica	Ahorro de energía térmica: 3,303 l/año Disminución de emisiones: 9.43 ton CO ₂ /año	3,997	4,967	1.2
14. Reemplazar iluminación	Ahorro de energía térmica: 83,473 l/año Ahorro de energía eléctrica por parte de CFE: 115 kW, 117,589 kWh/año Disminución de emisiones: 366 ton CO ₂ /año	227,573	576,185	2.53

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional 2Adolfo López Mateos*
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202
www.cmpl.ipn.mx



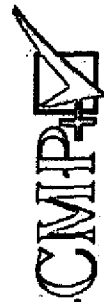
Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



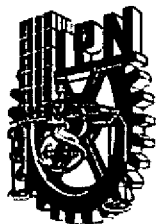
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI TM (años)
15. Instalar un tanque flash para recuperar el calor de la purga continua de las calderas	Ahorro de energía térmica: 4,732 l/año Disminución de emisiones: 13.72 ton CO ₂ /año	5,725	35,000	6.3
16. Reemplazar motores reembobinados por motores de alta eficiencia	Ahorro de energía térmica: 76,307 l/año Disminución de emisiones: 218 ton CO ₂ /año	92,331	1'509,551	16
Totales		6'175,094	2'480,260	0.40

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia
Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional 2Adolfo López Mateos
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202
www.cnpl.ipn.mx



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



RESUMEN EJECUTIVO DEL INGENIO TRES VALLES (MÉXICO)

El Ingenio Tres Valles, S.A. de C.V. es una empresa dedicada a la elaboración de azúcar refinada como producto principal, utilizando como materia prima la caña de azúcar.

Sus instalaciones se localizan en la carretera La Tinaja - Cd. Alemán, km. 68, en el municipio de Tres Valles, Veracruz. Esta región corresponde a la zona denominada Planicie Costera, cuyas altitudes varían de 12 a 40 m.s.n.m.

La zona cañera del ingenio corresponde a tierras agrícolas, al margen izquierdo del Río Tonto y a ambos márgenes del Río Papaloapan. Este último es el de mayor caudal en el país. Cruzan la zona varios arroyos importantes, principalmente el Mondongo, el Amalpa, el Estanzuela y el Coapa. La mayor parte de la zona cañera es plana y no existe ninguna elevación de importancia.

El Ingenio tiene una capacidad de molienda instalada de 12,500 toneladas de caña por día. El horario de trabajo abarca las 24 horas diarias durante la época de zafra, la cual se extiende de diciembre a mayo, y 8 horas para el resto del año, periodo que se aprovecha para realizar reparaciones y modificaciones en la planta.

El consumo promedio de agua en el Ingenio es de 4,145,280 m³/año¹². El ahorro que se obtendrá en este rubro, con la aplicación de las medidas identificadas en el presente diagnóstico, será de 287,117 m³/año (7% del consumo anual), cifra que se traduce en un ahorro económico de 156,272 \$/año¹³. Todo ello sin Inversión alguna.

El estudio contempla la puesta en marcha de un sistema de control de dextranos, con un beneficio económico de \$962,419 a \$7,699,352 al año, sin inversión alguna y, por consiguiente, un periodo simple de recuperación inmediato.

El Ingenio Tres Valles utiliza combustóleo en sus 6 generadores de vapor¹⁴. Su consumo es de 59,866,944 l/año¹⁵.

Al aplicar las medidas de ahorro de energía térmica identificadas, se obtendrá una disminución en el consumo de combustóleo de 1,222,773 l/año, que corresponde al 2 %

¹² Valor obtenido del balance de agua proporcionado por el Ingenio, considera 170 días de zafra

¹³ Todos los valores monetarios están dados en pesos mexicanos

¹⁴ El Ingenio cambia por combustóleo el bagazo generado con la papelera Mexpape y lo quema en las calderas.

¹⁵ Valor obtenido a partir del consumo semanal de combustóleo (2'494,456 litros/semana; incluye el combustóleo de intercambio con Mexpape. El consumo total al año se proyectó considerando 24 semanas de zafra.



del combustible empleado anualmente. El beneficio económico esperado es de 1,504,010 \$/año.

La inversión necesaria, para aplicar las medidas de ahorro de energía es de \$2,664,151, por lo que el período simple de recuperación de la inversión es 1.7 años.

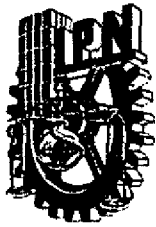
El ingenio cuenta con una planta de energía eléctrica, integrada por 4 turbogeneradores, con la cual satisface plenamente sus necesidades, por lo que no requiere comprar energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) durante el periodo de zafra (6 meses aproximadamente).

En el periodo de reparación, el ingenio consume energía eléctrica a través de la acometida de CFE. Su consumo en este periodo es de 1,706,205 kWh. Con la aplicación de la medida de ahorro de energía "Reemplazar iluminación" el ahorro de energía eléctrica será de 287,723 kWh en este periodo, lo que representa una disminución del 17% y un ahorro económico de \$128,231 al año.

La adopción de todas las medidas de Producción Más Limpia generará también una disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera de aproximadamente 3,886 ton/año. La inversión total necesaria para llevar a cabo la implantación de las medidas encontradas es de \$2,664,151, con un ahorro económico de \$2,773,100 al año. El periodo simple de recuperación de la inversión es de 0.96 años.

En lo que respecta a la Administración Ambiental, se presentan los instrumentos existentes con los que cuenta el Ingenio actualmente, los cuales, pueden servir como base para establecer un Sistema de Administración Ambiental (SAA). Se presentan también recomendaciones específicas sobre cada punto particular de la Norma ISO 14001 y la relación que guarda con los aspectos ambientales más importantes. El grado de aplicación de estas medidas, en forma simultánea con las medidas de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética, dependerá de diversos factores, como la Política Ambiental, la organización y las condiciones en que opera el Ingenio.

Se presenta, además, un conjunto de recomendaciones que, por limitaciones propias del presente diagnóstico, no pudieron ser evaluadas en detalle, pero que, sin embargo, son acciones cuya aplicación permitirá alcanzar beneficios significativos, tanto en materia económica como en cuestión operativa y de producción y una mejora en lo que respecta al medio ambiente.



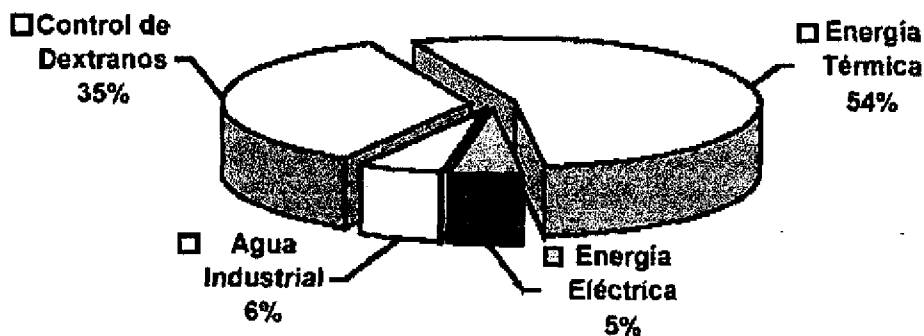
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

A continuación se presenta un resumen general de los beneficios económicos por rubro, los cuales incluyen: agua industrial, control de dextranos, energía térmica y energía eléctrica.

Resumen de los beneficios económicos en el Ingenio

Recurso	Beneficio económico, \$/año	Porcentaje de reducción, %
Agua industrial	156,272	7
Control de dextranos	962,419	6 - 42
Energía térmica (combustóleo)	1'504,010	2
Energía eléctrica	128,231	17

Resumen gráfico de los beneficios económicos en el Ingenio



Resumen de consumo, generación y gastos en el Ingenio

	Unidad	Consumo, generación o anual (unidad)	Costo (\$/unidad)	Gasto anual (\$/año)
Agua industrial	m ³	4'145,280	0.5	2'072,640
Residuos peligrosos	Litros	102,600 ¹⁶	3.00 ¹⁷	307,800
Costo por productos químicos ¹⁸	Kg	Ver Anexo I	Ver Anexo I	3,036,870
Energía térmica (combustóleo) ¹⁹	Litro	59'866,944 ²⁰	1.23	7'682,700

¹⁶ Litros de aceite a disposición anual

¹⁷ Costo unitario de deposición por litro de aceite (residuo peligroso)

¹⁸ Se consideran solamente los productos químicos involucrados en las oportunidades

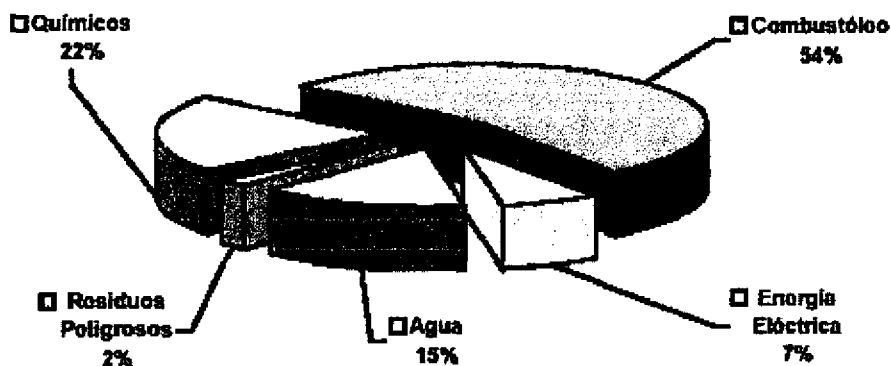
¹⁹ Información disponible al 9 de abril

²⁰ Este valor es la suma del combustible proporcionado por la Papeleras, que a la fecha es de 38'669,256 l, más el consumo de combustóleo facturado por Ingenio que es de 6'230,959 l.



	Unidad	Consumo, generación o anual (unidad)	Costo (\$/unidad)	Gasto anual (\$/año)
Energía eléctrica ²¹	kWh	1'706,205	0.60	1'023,723
	kW	4,978		

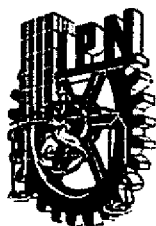
Resumen gráfico de gases en el Ingenio



Resumen de beneficios ambientales y energéticos

Concepto	Inversión (\$)	Beneficios económicos (\$/año)	Beneficios ambientales	Situación actual	Porcentaje de reducción (%)	Reducción de CO ₂ (ton/año)
Reducción en el consumo de agua industrial	-	156,272	287,117 m ³ /año	4'145,280 m ³ /año	7	-
Reducción de pérdidas indeterminables de azúcar	-	962,419	245 ton/año	3,859 ton/año	6.3	-
Reducción en el consumo de energía térmica (combustóleo)	2'664,151	1'504,010	1'222,773 l/año	59,866,944 l/año	2	3,886
Reducción en el consumo de energía eléctrica	496,242	128,231	287,723 kWh/año	1'706,205 kWh/año	17	-

²¹ Consumo de energía eléctrica correspondiente al periodo fuera de zafra.



Resumen de oportunidades de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética

Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios Ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI ²² (años)
1. Implantar un sistema de control de dextranos	Aumento en la recuperación del azúcar y aumento en la eficiencia de fábrica de 245 a 1,964 ton azúcar/año	962,419 a 7'699,352	-	Inmediato
2. Aprovechar el agua utilizada en el enfriamiento en chumaceras de molinos para usos en imbibición	Reducción en el consumo de agua en 223,486 m ³ /año	121,639	-	Inmediato
3. Reparar fugas de agua	Reducción en el consumo de agua en 63,631 m ³ /año	34,633	-	Inmediato
4. Eliminar fugas de vapor	Reducción en la generación de 671 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 22,188 l/año	273,291	-	Inmediato
5. Modernizar el equipo de centrifugado	Reducción en la generación de 460 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 152,124 l/año	187,112	-	Inmediato
6. Optimizar el uso del aire comprimido	Reducción en la generación de 53 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 17,556 l/año	21,593	-	Inmediato
7. Recuperar el venteo del tanque de condensados puros	Reducción en la generación de 1,594 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 527,470 l/año	648,788	348,680	0.5
8. Cambiar trampas de vapor	Reducción en la generación de 129 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 42,682 l/año	52,498	44,202	0.8
9. Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas	Reducción en la generación de 276 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 91,210 l/año	112,188	87,527	0.8
10. Reemplazar iluminación	Reducción en la generación de 400 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 65,938 l/año	209,335	496,242	2.4

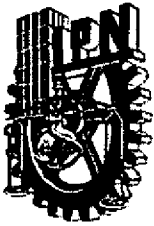
²² PSRI: Periodo Simple de Recuperación Reducción en la generación de 671 ton CO₂/año

Reducción en el consumo de combustible en 22,188 l/año de la Inversión

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos²
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202

Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



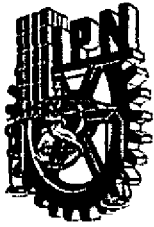
Oportunidad de Producción Más Limpia	Beneficios Ambientales	Beneficios económicos (\$/año)	Inversión (\$)	PSRI ²² (años)
	Reducción en el consumo de energía eléctrica de CFE, por consumo: 287,723 kWh/año; y por demanda facturable: 88.27 kW			
11. Instalar variador de frecuencia en las bombas de jugo pesado	Reducción en la generación de 96 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 31,663 l/año	38,945	117,859	3.0
12. Colocar aislamiento térmico en tanques	Reducción en la generación de 31.05 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 10,279 l/año	12,642	47,006	3.7
13. Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia	Reducción en la generación de 186 ton CO ₂ /año Reducción en el consumo de combustible en 61,663 l/año	98,017	1'522,635	15
Totales		2'773,100	2'664,151	0.96

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos"
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



RESÚMENES DE SEGUIMIENTO EN LOS INGENIOS AZUCAREROS

SEGUIMIENTO DEL PROYECTO EN EL PRIMER INGENIO MEXICANO

Como parte del programa de Producción Mas Limpia y Eficiencia Energética en el Primer Ingenio trabajado, se realizó la etapa de seguimiento de la aplicación de las oportunidades de ahorro. El seguimiento consistió en realizar una visita de inspección a las instalaciones de este ingenio para verificar el porcentaje de avance en la aplicación de las oportunidades que se detectaron en el diagnóstico.

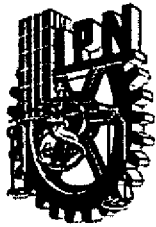
El seguimiento consistió en realizar una visita de inspección a las instalaciones del Ingenio, para identificar el porcentaje de avance en la aplicación de oportunidades de ahorro propuestas en el diagnóstico. Obteniéndose los siguientes resultados:

En lo que corresponde a uso de agua, el consumo promedio de agua en el Ingenio es de 1,215,926.8 m³/año²³. El ahorro que se había estimado a partir del reporte del diagnóstico era de 287,117 m³/año, lo que significa desde el punto de vista económico un ahorro de 156,272 \$/año. Sin embargo, al tomar en cuenta otras consideraciones como el ahorro por tratamiento, con la aplicación de las medidas identificadas se obtuvo un ahorro de 431,626.94 \$/año. Anteriormente no se tenía contemplada inversión alguna para llevar a cabo esta oportunidad, no obstante, se realizó un gasto de 106,603 pesos, con un período simple de recuperación de 0.064 años.

De ponerse en marcha de un sistema de control de dextranos, se estima que se obtendrá un beneficio económico mínimo de \$962,419 al año. Esta oportunidad no se ha llevado a cabo por falta de material.

Es importante mencionar que el Ingenio aplicó una serie de acciones encaminadas a reducir el consumo de energía, algunas de las cuales no estaban contempladas en el diagnóstico.

²³ Dato estimado para todo el año sobre la base de los tres primeros meses de la zafra



Resultados del Seguimiento al Proyecto de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética en el Primer Ingenio Mexicano

Oportunidad de ahorro de agua y energía	% de aplicación	Ahorros Obtenidos	Beneficios Económicos \$/año	Inversión, \$	PSRI, años
Controlar la adición de biocida	0	-	-	-	-
Aprovechar el agua de enfriamiento de chumaceras en molinos para uso en imbibición	98.16	236,999.98 m ³ /año	415,838.97	27,797.72	0.06
Reparar fugas de agua	100	63,631.34	113,046.9	78,806	0.7
Eliminar fugas de vapor	46	7,687'506,703 kJ/año (178,107 l/año)	236,882	Nula ²⁴	Inmediato
Modernizar el equipo de centrifugado	0	-	-	-	-
Optimizar el uso de aire comprimido	89	576'305,062 kJ/año (13,352 l/año)	17,758	Nula	Inmediato
Recuperar el venteo del tanque condensados puros	0	-	-	-	-
Cambiar trampas de vapor	46	860'909,854 kJ/año (19,946 l/año)	26,528	608	0.02
Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas	0.85	33'507,940 kJ/año (776 l/año)	1,032	2,823	2.7
Reemplazar el sistema de iluminación		20'207,168 kJ/año 464 l/año 1,989 kWh/año 0.4 kW	1,552	-	Inmediato
Instalar un variador de frecuencia en la bomba de jugo pesado	0	-	-	-	-
Colocar aislamiento térmico en tanques	0	-	-	-	-
Reemplazar motores rebobinados por motores de alta eficiencia	7	173'369,920 kJ/año (4,019 l/año)	5,345	60,700	11
Totales			817,985	170,126	0.20

²⁴ La inversión correspondiente a la eliminación de fugas de vapor se considera como parte del gasto corriente (presupuesto destinado para múltiples trabajos durante el periodo de reparaciones)



SEGUIMIENTO DEL PROYECTO EN EL SEGUNDO INGENIO MEXICANO

Como parte del programa de Producción Mas Limpia y Eficiencia Energética en el Segundo Ingenio Mexicano trabajado, se realizó la etapa de seguimiento de la aplicación de las oportunidades de ahorro. El seguimiento consistió en realizar una visita de inspección a las instalaciones de este ingenio para verificar el porcentaje de avance en la aplicación de las oportunidades que se detectaron en el diagnóstico.

A fecha en el Ingenio se han implementado 9 de las medidas para aprovechar las oportunidades de ahorro de producción más limpia y energía. Los resultados más significativos son los siguientes:

El consumo aproximado de agua en el Ingenio es de 1,100,000 m³/año. El ahorro estimado, basándose en el reporte del diagnóstico, era de 259,905 m³/año, lo que significaría desde el punto de vista económico, un ahorro de 468,838 \$/año. Sin embargo, hasta el momento de la visita de seguimiento no se había llevado a cabo la implantación de las medidas para la disminución en el consumo de agua, por lo que este informe no registra ningún ahorro al respecto.

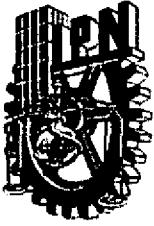
En lo correspondiente a la puesta en marcha de un sistema de control de dextranas, con un beneficio económico estimado de \$874,392 al año, no se llevó a cabo la implantación del programa por falta de material. Al revisar los resultados de los análisis se realizó una nueva estimación de los beneficios, ya que se realizaron pruebas con otro biocida. Ahora se calcula que los beneficios mínimos en azúcar recuperada podrían ascender a 102.5 ton/año, lo que equivale económicamente a \$438,836 al año.

Con relación a la aplicación de las oportunidades de ahorro de energía, estas han permitido reducir el consumo de combustible en 1,267,298 l/año, lo que se traduce en ahorros económicos de 1,481,025 \$/año. Estos resultados se obtuvieron a través de una inversión de \$ 141,258, a la fecha de la visita de seguimiento. El período simple de recuperación de la inversión es de 0.1 años.

**Resultados de la Aplicación de las Oportunidades de Ahorro de Producción Más Limpia y Eficiencia Energética en el Segundo Ingenio Mexicano**

Oportunidad de ahorro de agua y energía	% de aplicación	Ahorros Obtenidos	Beneficios Económicos \$/año	Inversión, \$	PSRI, años
Controlar adecuadamente la adición de biocida	0	-	-	-	-
Instalar sistemas de control de nivel y flujo en los tanques de licor y espumas	0	-	-	-	-
Evitar arrastres de azúcar	0	-	-	-	-
Reducir la temperatura de admisión del compresor	100	17,438*	23,193	5,382	0.2
Optimizar el uso de aire comprimido	68.63	24,679*	32,823	-	Inmediato
Reducir las pérdidas de energía por el vapor del desfogue en el área de fábrica	50.00	73,444*	97,681	-	Inmediato
Modernizar el equipo de centrifugado	0	-	-	-	-
Eliminar fugas de vapor	53	1'026,316*	1'160,518	-	Inmediato
Colocar aislamiento térmico en tanques	8.00	12,513*	16,642	13,379	0.8
Cambiar trampas de vapor	0	-	-	-	-
Colocar aislamiento térmico en tuberías desnudas	66.60	112,236*	149,274	122,160	0.8
Colocar aislamiento térmico en las turbinas de la planta eléctrica	16.68	672*	894	337	0.4
Reemplazar iluminación	0	-	-	-	-
Instalar tanque flash para recuperar el calor de la purga continua de las calderas	0	-	-	-	-
Reemplazar motores reembobinados por motores de alta eficiencia	0	-	-	-	-
Totales		1'267,298	1'481,025	141,258	0.1

*Litros de combustóleo al año



EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN INGENIO DE COSTA RICA

Como parte complementaria del Proyecto Piloto de Producción Más Limpia en Ingenios Azucareros, que se desarrolla bajo la coordinación del Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, en estrecha colaboración con el Centro Nacional de Producción Más Limpia de Costa Rica, y que cuenta con el apoyo de ONUDI, se realizó una segunda visita denominada de Evaluación en el Ingenio de Costa Rica. El objeto principal de esta visita es que mediante una inspección en las instalaciones del Ingenio, comprobar el grado de avance y/o los ahorros reales que se obtuvieron por la aplicación de las recomendaciones de ahorro presentadas, así como complementar aquellas recomendaciones no evaluadas durante la fase de Pre-evaluación de P+L realizada durante la zafra 99-00.

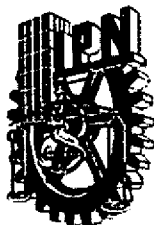
En lo correspondiente a la parte de proceso, se encontró una disminución en las pérdidas indeterminadas de azúcar de 432 toneladas de caña al año, lo que corresponde solo a una mejora del 0.446%, por tal razón el continuar con las acciones de mejora siguen siendo prioritarias.

Por otra parte el Ingenio, con todas las acciones a logrado reducir sus descargas de agua residual al medio ambiente de 1352 m³/día que corresponden a la zafra 99-00 a 712 m³/día para la zafra 00-01, lo que además representa una reducción en Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 1,230 ppm a 761 ppm.

En lo referente al área térmica, el consumo de energía eléctrica comprada al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) durante el 2000 fue de 597,000 kWh/año, con una demanda máxima de 508 kW. El consumo de leña durante la zafra 1999-2000 fue de 1,957 m³.

Como parte de las acciones emprendidas por la empresa, se han desarrollado proyectos encaminados a reducir las pérdidas energéticas identificadas por el Ingenio, así mismo como las identificadas y presentadas en el reporte del diagnóstico en la primera visita. Muchas de ellas son acciones evidentes, que por falta de recursos económicos, no se realizaron de manera inmediata.

Basado en la información proporcionada por el personal del Ingenio, los beneficios energéticos, derivados de la ejecución de dichas acciones, han tenido como resultado lo siguiente:



Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Una reducción en el consumo de energía eléctrica de 225,950 kWh²⁵, lo que representa una reducción del 38% con respecto al consumo total registrado durante el año 2000. Este resultado se basa en el consumo de energía eléctrica comprada al ICE los primeros cuatro meses del 2000 y el 2001. Con ello se ha obtenido un beneficio económico de 4,196,662 ¢ (colones).

En la zafra 2000 –2001 se obtuvo una reducción en el consumo de leña 1,352 m³ en lo que fue la zafra 2000-2001 lo que corresponde a una reducción del 69% respecto al consumo de la zafra anterior. Adicionalmente se tiene un beneficio económico de 2,163,748 ¢/año.

²⁵ Información obtenido a través de los recibos de facturación eléctrica



EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN INGENIO DE EL SALVADOR

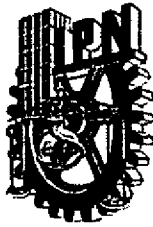
Como parte complementaria del Proyecto Piloto de Producción Más Limpia en Ingenios Azucareros, que se desarrolla bajo la coordinación del Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, en estrecha colaboración con el Centro Nacional de Producción Más Limpia de El Salvador, y que cuenta con el apoyo de ONUDI, se realizó una segunda visita denominada de Evaluación en el Ingenio de El Salvador. El objeto principal de esta visita es que mediante una inspección en las instalaciones del Ingenio, comprobar el grado de avance y/o los ahorros reales que se obtuvieron por la aplicación de las recomendaciones de ahorro presentadas, así como complementar aquellas recomendaciones no evaluadas durante la fase de Pre-evaluación de P+L realizada durante la zafra 99-00.

El Ingenio fue fundado en 1964 y es una de las mayores empresas productoras de azúcar de caña de El Salvador. Actualmente procesa anualmente más de 1,300,000 toneladas de caña de azúcar. Produce tres variedades de productos, los cuales incluyen azúcar cruda, blanca y refinada.

La asesoría en planta realizada a dicho Ingenio dio como resultado la formulación de 20 opciones en producción más limpia, principalmente opciones de buenas prácticas de manejo. Se estima que la implementación de algunas de estas opciones tendrían el siguiente impacto sobre el rendimiento del Ingenio.

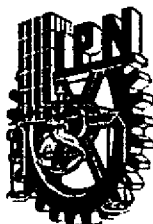
Oportunidad	Inversión	Beneficio económico / zafra	Periodo de retorno
Recuperación de condensado de la purga continua	\$5,000 - \$15,000	\$10,585.35	2 zafras
Reducción de las pérdidas de vapor de alta presión	-	\$69,149.13	-
Eliminación de pérdidas de calor	\$3,514	\$574.80	6 zafras
Reducción de exceso de aire en caldera	-	\$8,297.86	-
Eliminación de fugas en tuberías de vapor	-	\$2,553.14	-
Beneficio económico total por zafra = \$91,160.28²⁶			

²⁶ Todos los datos son en dólares



Asimismo, un beneficio ambiental proyectado en un ahorro en el consumo de agua de la magnitud de 26,527,375 kg/zafra, que es agua que se obtiene del río.

Este documento servirá como guía para la localización y evaluación de oportunidades de ahorro en la siguiente zafra, que en ningún caso son limitadas, ya que el trabajo continuo del personal de la empresa en producción más limpia, dará la oportunidad de aumentar aún más la eficiencia en su proceso productivo, reflejándose en beneficios económicos.



RESUMEN DE LA GUÍA DE P+L

Los ingenios que participaron en este proyecto, en lo concerniente a México, fueron: Tres Valles y Adolfo López Mateos, ambos pertenecientes a Promotora Industrial Azucarera, S.A. de C.V. (PIASA). Estas son empresas dedicadas a la elaboración de azúcar refinada como producto principal, utilizando como materia prima la caña de azúcar. Tienen una capacidad de molienda de 12,500 y 8500 ton de caña por día respectivamente. Su horario de abarca las 24 horas diarias durante la época de zafra, la cual se extiende de diciembre a mayo, y 8 horas en el resto del año, período que se aprovecha para realizar reparaciones y modificaciones en la planta.

El equipo de trabajo de P+L encontró, sumando los dos ingenios, 19 oportunidades diferentes, para un total de 29. Además se presentaron 33 recomendaciones diferentes que, por limitaciones propias del proyecto, no pudieron abordarse en detalle, pero que, sin embargo, son acciones cuya aplicación permitirá alcanzar beneficios significativos, tanto en materia económica como en cuestión operativa y de producción, además de que mejorarán los aspectos relativos al medio ambiente.

Las oportunidades encontradas se agrupan en las siguientes áreas:

Uso de agua Industrial: El equipo de P+L encontró que, además de la cantidad de agua que se genera durante el proceso de elaboración, la cual proviene del agua contenida en la caña de azúcar, en los ingenios se consume una gran cantidad de agua industrial, empleada principalmente para la generación de vapor, uso en imbibición, agua de reposición a torres de enfriamiento y en los sistemas de enfriamiento (como son: cristalizadores, compresores de aire, chumaceras de molinos, enfriadores de aceite de turbinas, chumaceras de molinos, 1° y 2, juego de cuchillas, lavado de gas de horno de carbón), sin olvidar las pérdidas por fugas en tuberías y equipos. Todas estas oportunidades de ahorro se encuentran enfocadas sobre la reducción del consumo de agua industrial, así como la reutilización de la misma dentro del proceso productivo; a través de implementar una serie de modificaciones en planta y adoptar buenas prácticas de operación. La aplicación de las oportunidades en este rubro generará una disminución de ~ 547,022 m³/año de agua industrial. La inversión total requerida para la aplicación de las oportunidades es de ~\$64,700²⁷, lo que representa un ahorro económico de ~625,100 \$/año. El período simple de recuperación de la inversión es de ~0.10 años.

²⁷ Todos los valores monetarios se encuentran en pesos mexicanos.



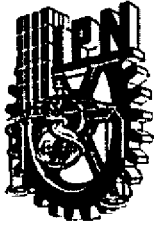
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Uso de energía eléctrica: Los ingenios cuentan con una planta generadora de energía eléctrica, integrada por turbogeneradores de vapor, los cuales pueden emplear bagazo y combustóleo como combustible complementario, o emplear sólo combustóleo; con lo cual se satisface plenamente sus necesidades, por lo que no requieren comprar energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) durante el período de zafra (6 meses aproximadamente). En el período de reparación, los ingenios consumen energía eléctrica a través de la acometida de CFE. La aplicación de las oportunidades de ahorro de energía eléctrica recomendadas representará un ahorro en el consumo eléctrico de ~465,312 kWh/año. La inversión total requerida para la aplicación de estas oportunidades es de ~\$1,072,400, lo que representará un beneficio económico de ~785,500 \$/año; con un período simple de recuperación de la inversión de ~1.4 años.

Uso de energía térmica: El combustóleo y el bagazo son las principales fuentes de energía térmica encontradas en los ingenios, las cuales son utilizadas principalmente en la generación de vapor. Los principales consumidores de este vapor son las turbinas de la planta eléctrica, los molinos y desfibradoras, y las bombas de agua de alimentación a calderas. Dentro de las medidas de ahorro de energía térmica se encuentran algunas que reducen el consumo de energía eléctrica, lo que, como ya se mencionó, impacta directamente en una reducción de combustible, ya que los ingenios generan su propia electricidad.

La aplicación de las medidas de ahorro de energía térmica identificadas generará una disminución en el consumo de combustible de 3,792,538 litros/año de combustóleo. La inversión total requerida para la aplicación de las medidas es de ~\$3,887,200, lo que generará beneficios económicos de ~4,230,800 \$/año; el período simple de recuperación de la inversión es de ~0.91 meses.

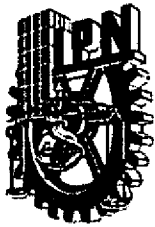
Reducción de las pérdidas de azúcar Durante el diagnóstico, el equipo de P+L desarrolló el análisis de las pérdidas indeterminadas, desde el corte de la caña en campo, hasta la etapa final del proceso de elaboración del azúcar. Con base en esto, el equipo de trabajo desarrolló medidas de ahorro encaminadas a la reducción de las pérdidas de azúcar, mediante la implantación de un sistema de control de dextranas, eliminación de derrames, fugas y arrastres de sacarosa, los cuales forman parte de las pérdidas indeterminadas de azúcar en planta. Los ahorros estimados de la aplicación de esta medida serían de ~943.92 ton/año a ~4,084.92 ton/año azúcar, lo que representa ahorros económicos de ~3,655,320 \$/año a ~16,506,540 \$/año. La implantación de estas medidas requiere de una inversión de ~\$120,000, por lo cual el período simple de recuperación resulta ser de 0.03 años.



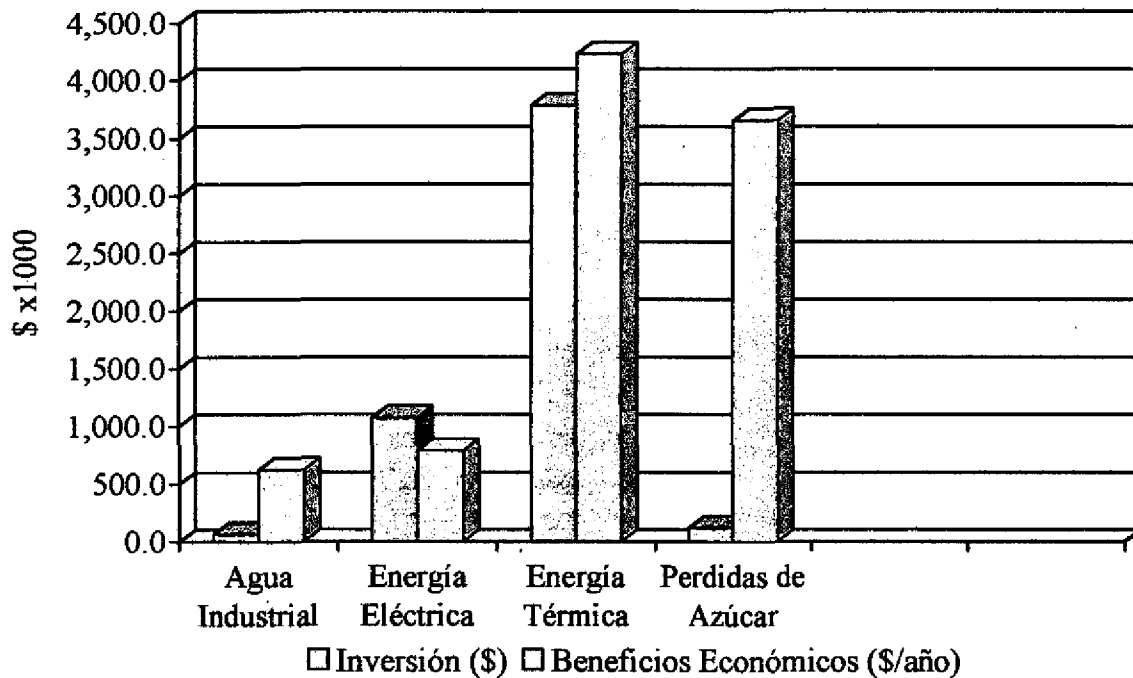
Sistemas de Administración Ambiental: En lo que respecta a Administración Ambiental, se presentaron los instrumentos existentes con los que cuentan los ingenios actualmente, los cuales pueden servir como base para establecer un Sistema de Administración Ambiental (SAA). Se presentó también una serie de recomendaciones específicas sobre cada punto en particular de la Norma ISO 14001 y la relación que guarda con los aspectos ambientales más importantes. El costo de inversión y los beneficios provenientes de la aplicación de esta medida no fueron cuantificados por el equipo de Producción Más Limpia, por lo que no se incluyen en los cálculos de costos, beneficios y período simple de retorno de la inversión.

La inversión total necesaria para llevar a cabo la implantación de todas las oportunidades de ahorro recomendadas es de ~\$5,144,400, lo que resultará en beneficios económicos de ~8,948,200\$/año; el período simple de recuperación de la inversión es de ~0.57 años. Además, la adopción de todas estas medidas de P+L generará una disminución de emisiones de CO₂ a la atmósfera de 15,817 ton/año.

La Figura 1 presenta un resumen gráfico de las inversiones y beneficios económicos por rubro.



Inversiones y Beneficios Económicos por Área



Con relación al período simple de retorno de la inversión, ~72 % de las medidas se recuperan en menos de 1 año, como lo muestra la Tabla 1 y la Figura 1.

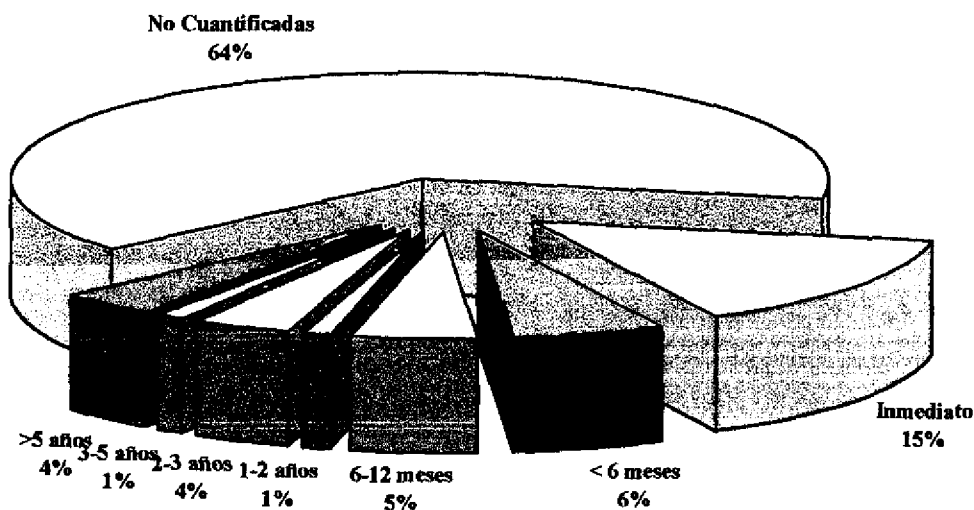
Tabla 1 Porcentaje de medidas en relación al Período Simple de Recuperación de la Inversión

Período de Retorno (año)	Número de Medidas	Beneficios Económicos (pesos/año)	Inversión (pesos)	Período de Retorno Promedio (año)	Porcentaje (%)
Inmediato	12	4,853,017	0	Inmediato	14.8
0-6 meses	5	3,043,253	584,076	0.19	6.1
6-12 meses	4	363,359	250,890	0.69	4.9



Período de Retorno (año)	Número de Medidas	Beneficios Económicos (pesos/año)	Inversión (pesos)	Período de Retorno Promedio (año)	Porcentaje (%)
1-2 años	1	3,997	4,967	1.2	1.2
2-3 años	3	475,853	1,190,286	2.5	3.7
3-5 años	1	12,642	47,006	3.7	1.2
> 5 años	3	198,073	3,067,186	15.6	3.7
Cuantificadas	29	6,175,094	5,144,411	0.83	35.8
No cuantificadas	52				64.1
Total	81	6,175,094	5,144,411	0.83	100.0

Porcentaje de Medidas en Relación con el Período Simple de Recuperación de la Inversión



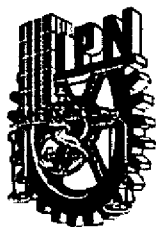
Inmediato
 < 6 meses
 6-12 meses
 1-2 años
 2-3 años
 3-5 años
 > 5 años
 No Cuantificadas

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos"
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia



ANEXO 1 PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

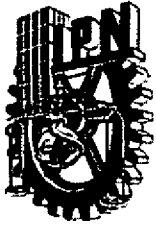
CENTRO MEXICANO PARA LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Av. Instituto Politécnico Nacional S/N
Edificio de Laboratorios Pesados de Físico-Matemáticas
Unidad Profesional Adolfo López Mateos
Zacatenco, 07738, México, D.F.
Tel: 57-29-62-01
Fax: 57-29-62-02
E-mail: cmpl@redipn.ipn.mx
Cmplqcorreo.cmpl.ipn.mx

INGENIOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Ingenio Tres Valles, S.A. de C.V.
Km 68 de la carretera La Tinaja – Cd. Alemán
Municipio de Tres Valles, Veracruz.
C.P. 95300
Tel: (288) 502-55, 502-65 y 500-50
Fax: (288) 500-65
Gerente General: C.P. Jorge Veloz Sánchez
E-mail: itvsa@infosel.net.mx

Ingenio Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.
Km. 7 de la carretera Tuxtepec-Oaxaca
San Antonio el Encinal, Municipio de
Tuxtepec, Oaxaca.
C.P. 68300
Tel: (287) 160-00, 160-28 y 160,27
Fax: (287) 160-30, 160-15 y 160-22
E-mail: ialmsa@infosel.net.mx



OTROS INGENIOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Ingenio El Potrero, S.A. de C.V.
Se localiza a 20 km al noreste de la Ciudad de Córdoba, Veracruz. Carretera México-Córdoba, Km. 346, acceso al poblado y ExHacienda de la Concepción.
C.P. 94965
Tel: (273) 503-11, 503-00 y 503-44
Fax: (273) 508-48

Ingenio Motzorongo, S.A. de C.V.
Camino Pavimentado de la carretera Córdoba-Veracruz (Km. 17) Tezonapa, vía Omealca, Veracruz.
C.P. 95090
Tel: (273) 606-45
Fax: (273) 600-44

Ingenio San Cristóbal, S.A. de C.V.
Carretera Córdoba a Tlacotalpan, por Miguel Alemán.
C.P. 95410
Tel: (288) 213-13, 214-21 y 213-98
Fax: (288) 213-98

Ingenio Tamazula, S.A. de C.V.
Ramos Corona No. 1126, Tamazula, Jalisco.
C.P. 49650
Tel: (341) 617-47
Fax: (341) 607-23

Ingenio La Providencia, S.A. de C.V.
Ubicado a 12 Km. sobre la carretera vecinal a Omealca, Veracruz, que parte del Km. 352 de la carretera Nacional México-Córdoba-Veracruz.
C.P. 94500
Tel: (273) 301-10, 302,43 y 300-33
Fax: (273) 302-88 y 302-02

Ingenio San Miguelito, S.A. de C.V.
Carretera México-Veracruz vía Córdoba; de esta carretera parte una carretera hasta el Ingenio.
C.P. 94500
Tel: (271) 270-00, 271-33 y 279-98
Fax: (271) 278-05

Ingenio San José de Abajo, S.A. de C.V.
Km. 352 de la carretera México-Córdoba-Veracruz, parte un camino vecinal a Omealca y en el Km. 8 se encuentra el Ingenio.
C.P. 94500
Tel: (273) 300-04 y 301-81
Fax: (273) 213-60



OTROS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar (Geplacea)
Paseo de la Reforma No. 1030
Lomas de Chapultepec, México, D.F.
C.P. 11000.
Tel: 5-520-97-11, 5-520-97-12 y 5-520-97-18
Fax: 5-520-50-89

Asociación de Técnicos Azucareros de México, A.C. (ATAM)
Río Niágara No.11, Col. Cuauhtémoc
C.P. 06500, México, D.F.
Tel: 5-514-25-67 y 5-533-30-40
E-mai: auzm@prodigy.net.mx

Comité de la Agroindustria Azucarera
Lope de la Vega No. 125-8º Piso
Col. Chapultepec Morelos
C.P. 11570, México, D.F.
Tel: 5-250-64-61 y 5-250-05-95
Fax: 5-250-05-04 y 5-250-06-80
E-mail: coaazucar@sagar.gob.mx

Cámara Nacional de las Industrias Azucareras y Alcohólera
Río Niágara No.11, Col. Cuauhtémoc
C.P. 06500, México, D.F.
Tel: 5-533-30-40 al 49
Fax: 5-207-65-92 y 5-511-78-03

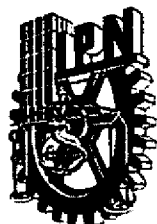
Secretaría de Medio Ambiente,
Recursos Naturales y Pesca (Semarnap)

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)
Delegación regional Oriente Golfo
Blvd. Cristóbal Colón No. 5
Torres Amidas, desp. 501
Xalapa, Veracruz.
Tel: (28) 12-88-14 y 12-88-15
Fax: (28) 12-88-16
E-mail: conacyt@ecologia.edu.mx

ORGANIZACIONES QUE COOPERARON PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

United States Agency for International Development (USAID)
Paseo de la Reforma No. 305
Col. Cuauhtémoc
C.P. 06500, México, D.F.
Tel.:
Fax:

Consultoría y Servicios en Tecnologías Eficientes, S.A. de C.V.
Magdalena 201
Col. Del Valle
CP 03100 México D.F.
Tel: +52 55 51489360
www.cyste.com.mx (CYSTE)

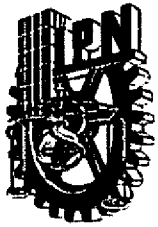


ORGANISMOS DE APOYO TÉCNICO AUSPICIADOS POR USAID

Hagler Baily Services, Inc.
1530 Wilson Boulevard
Arlington, Virginia; USA.
Tel: (703) 351- 0300
Fax: (703) 351-61-66
Ó
Consulting Group
Tel: (703) 312-86-80
Fax: (703) 351-61-66

La información aquí presentada es responsabilidad única y exclusiva del Centro Mexicano para la Producción Más Limpia y no de las organizaciones aquí mencionadas.

La aplicación de las técnicas descritas se hace bajo la responsabilidad de las organizaciones o personas y no del Centro Mexicano para la Producción Más Limpia.



ANEXO 2 ASISTENTES AL TALLER DE P+L, EE Y SAA

Lista de Asistentes al Taller de Inicio del Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Industria del Azúcar de Caña en México y Centroamérica

Nombre	País/Estad	Institución
Ing. Luis Eduardo Zedillo	México D.F.	GEPLACEA
Dr. Guillermo Román Moguel	México D.F.	CMP+L
Ing. Laura Beltrán García	México, D.F.	CMP+L
Ing. Enrique Pérez Aguilera	México /D.F.	CMP+L
Ing. Rigoberto Roa González	México /D.F.	CMP+L
Ing. Chisrtian Izquierdo Cruz	México/ D.F.	CMP+L
Ing. Marina Bergua	México/ D.F.	CMP+L
Ing. Ignacio Sánchez Rosales	México/ D.F.	CMP+L
Ing. Ruben Torres	México/ D.F.	CMP+L
Ing. Brenda Quiroz Garcia	México/ D.F.	CMP+L
Lic. Jorge Landa	México/ D.F.	USAID/México
Ing. Jorge Fernández Varela	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles
Ing. Juan Andrés Zamora	Costa Rica	Ing. Atirro
Ing. Fernando Boiaños	Costa Rica	Liga de la Caña
Ing. Jose Emil de la Rocha	Costa Rica	CNP+L
Ing. Julio de la Cruz	El Salvador	CNP+L
Ing. Claudia Figueroa Mendoza	El Salvador	Ingenio Central Izalco
Ing. Carlos Sour Peck	México/ D.F.	GEPLACEA
Ing. Alberto Plauchu	Mexico	Eficiencia Energética
C.P. Sergio Martínez Carbajal	México/ Ver.	SAISA
C.P. Héctor Torres Huesca	México/Oaxaca	Ingenio A. López Mateos
Ing. Gabriel López Domínguez	México/Oaxaca.	Ingenio A. López Mateos
Ing. Arturo Toledo	México/Oaxaca.	Ingenio A. López Mateos
Ing. Claudio Caballero	México/Oaxaca.	Ingenio. A. López Mateos
Ing. Jaime Vivanco	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles
Ing. Felipe Sánchez	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles
René Sánchez	El Salvador	CNP+L
Ing. Valeska Weymann	Guatemala	CNP+L
Ing. Harold Silva Martínez	Nicaragua	CPML



Nombre	País/Estaod	Institución
Juan Baltazar M.	México/Oaxaca	Ingenio A. López Mateos
Moises Sánchez Patiño	Mex / Veracruz	Ingenio San José de Abajo
Edgar Hugo Ramírez Ramos	Mex/ Veracruz	Ingenio el Potrero
Carlos Sánchez D.	Mex / Veracruz	Ingenio Motzorongo
Idelfonso Mendez	Me/ Veracruz	Ingenio Motzorongo
Manuel Enriquez Poy	Mex / Veracruz	Ingenio Motzorongo
Julio Cesar Cruz García	Mex / Veracruz	Ingenio Providencia
Victor M. Davalos	Mex/ Veracruz	Ingenio San Cristobal
Federico Martínez	Mex / Veracruz	Ingenio San José
Juan Carlos Alarcon	Mex / Veracruz	Ingenio San José
Francisco Tiburcio	Mex / Veracruz	Ingenio Tres Valles
Jesús Gervacio	Mex/ Veracruz	Ingenio San José de abajo
Esequiel Reyna T.	Mex / Jalico	Ingenio Tamazula
Jesús López R.	Mex / Jalisco	Ingenio Tamazula
Ing. Rosalba Morales	México, D.F.	PROFEPA
Carlos Aguilar Islas	Mex / Veracruz	Ingenio San Miguelito

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos*
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia

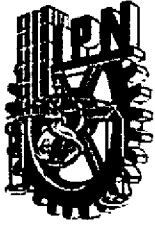
**ANEXO 3 EQUIPOS DE TRABAJO**

Equipo de trabajo del CMP+L en el Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Industria del Azúcar de Caña en México y Centroamérica

Nombre	Cargo
M. en C. J. Enrique Pérez Aguilera	Subdirector Técnico
Ing. Laura Beltrán García	Subdirectora de Vinculación
Ing. Rigoberto Roa González	Coordinador del Proyecto
Ing. Carlos Sour Peck	Experto Internacional en Industria Azucarera en Proceso
Ing. Christian Izquierdo Cruz	Ingeniero de Proceso en P+L
Ing. Rebeca Sánchez Robles	Pasante de IQI, apoyo en P+L
Ing. Rosalba Estrada Nasta	Ingeniero de Proceso en AA
Ing. Brenda Quiroz García	Ingeniero de Proceso en AA
Ing. Alberto Plauchú Lima	Experto Internacional en Industria Azucarera en EE
Ing. Ruben Torres Gutiérrez	Experto Nacional en EE
Ing. Ignacio Sánchez Rosales	Ingeniero de Proceso en EE
Ing. Eduardo Flores Romero	Ingeniero de Proceso en EE

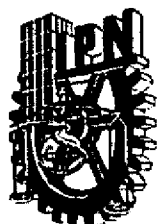
Ingenio Adolfo López Mateos

Por parte del Ingenio: C.P. Héctor Torres Huesca (Gerente General), Ing. Raúl Zepeda Montiel (Supdte. General de Fábrica), Ing. Sergio Quintero Núñez (Supdte General de Campo), Ing. Jorge Camarena Félix (Supdte. De Control de Calidad), Ing. Juan Baltazar Montes (Supdte. De Electricidad), Ing. Nicolás García Navarrete (Supdte. De Mantenimiento), Ing. Claudio Caballero Pérez (Supdte. De Elaboración), Ing. Carlos Montero Sosa (Supdte. De Maquinaria y Talleres), Ing. Vicente Guerrero García (Supdte. De Centrifugas.), Ing. Arturo Toledo Fuentes (Supdte. De Calderas), Ing. Josafat Ávila Bermúdez (Supdte. De Instrumentación y Control), Ing. Gabriel López Domínguez (Supdte. De Tratamiento de Aguas), Ing. Efrén Domínguez Ávila (Promotor de Seguridad e Higiene Industrial) e Ing. Jorge Fernández Varela (Asesor Técnico del Ingenio).



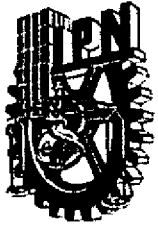
Ingenio Tres Valles,

Por parte del Ingenio: C.P. Jorge Veloz Sánchez. (Gerente General), Ing. Rodolfo Valenzuela Salamanca (Suptte. General de Fabrica), Ing. Ignacio Samorano Ramos (Suptte. Control de Calidad), Ing. Francisco Tiburcio Muñoz (Suptte. Electricidad), Ing. Leonardo Guzmán Peralta (Suptte. Mantenimiento), Ing. Raúl Hernández Tejeda (Suptte. Elaboración), Ing. Raúl Gadciola Castaños (Suptte. Maquinaria), Ing. Rubén Mendoza Domínguez (Suptte. Ing. Y Proy.), Ing. Felipe Sánchez Cortés (Suptte. Calderas), Ing. Enrique Almendra Salto (Suptte. Inst. y Control), Ing. Jaime Vivanco Almonte (Suptte. Tratamiento de Aguas) e Ing. Jorge Fernández Varela (Asesor Técnico del Ingenio).

**ANEXO 4 ASISTENTES AL TALLER DE MEDIO TERMINO**

Lista de Asistentes al Taller de Medio Termino del Proyecto de Producción Más Limpia y Administración Ambiental en la Industria del Azúcar de Caña en México y Centroamérica

Nombre	País/Estado	Institución	Participación
Ing. Luis Eduardo Zedillo	México D.F.	GEPLACEA	Ponente
Dr. Guillermo Román Moguel	México D.F.	CMP+L	Ponente
Ing. Enrique Pérez Aguilera	México /D.F.	CMP+L	Participante
Ing. Rigoberto Roa González	México /D.F.	CMP+L	Ponente
Ing. Chisrtian Izquierdo Cruz	México/ D.F.	CMP+L	Participante
Ing. Marina Bergua	México/ D.F.	CMP+L	Ponente
Ing. Ignacio Sánchez Rosales	México/ D.F.	CMP+L	Ponente
Ing. Ruben Torres	México/ D.F.	CMP+L	Participante
Ing. Brenda Quiroz Garcia	México/ D.F.	CMP+L	Ponente
Lic. Jorge Landa	México/ D.F.	USAID/México	Participante
Ing. Jorge Fernández Varela	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles	Ponente
Ing. Juan Andrés Zamora	Costa Rica	Ing. Atirro	Participante
Ing. Fernando Bolaños	Costa Rica	Liga de la Caña	Participante
Ing. Jose Emil de la Rocha	Costa Rica	CNP+L	Ponente
Ing. Julio de la Cruz	El Salvador	CNP+L	Ponente
Ing. Claudia Figueroa Mendoza	El Salvador	Ingenio Central Izalco	Participante
Ing. Carlos Sour Peck	México/ D.F.	GEPLACEA	Participante
Ing. Alberto Plauchu	Mexico	Eficiencia Energética	Participante
C.P. Sergio Martínez Carbajal	México/ Ver.	SAISA	Participante
C.P. Héctor Torres Huesca	México/Oaxaca	Ingenio Adolfo López Mateos	Participante
Ing. Gabriel López Domínguez	México/Oaxaca	Ingenio. Adolfo López Mateos	Participante
Ing. Arturo Toledo	México/Oaxaca	Ingenio Adolfo López Mateos	Participante
Ing. Claudio Caballero	México/Oaxaca	Ingenio Adolfo López Mateos	Participante
Ing. Jaime Vivanco	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles	Participante
Ing. Felipe Sánchez	México/ Ver.	Ingenio Tres Valles	Participante



Instituto Politécnico Nacional

46

Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Instituto Politécnico Nacional
Centro Mexicano para la Producción Más Limpia

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n
Edificio de Laboratorios Pesados de la ESFM
Unidad Profesional Adolfo López Mateos
Col. Zacatenco, CP 07738 México D.F.
Tel: +52 55-57296201; Fax: +52 55 57296202



Centro Mexicano para la
Producción Más Limpia