



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

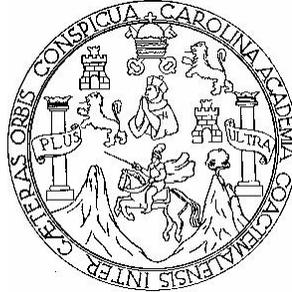
**“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE
OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN
PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”**

Claudia María Barrientos

Asesorada por el Ing. Elfego Arturo Bautista

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS
DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA
A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”**

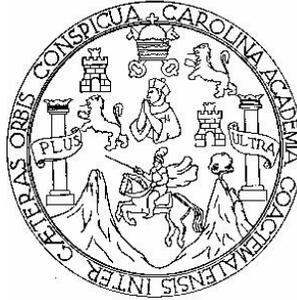
**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

CLAUDIA MARIA BARRIENTOS
ASESORADA POR EL ING. ELFEGO ARTURO BAUTISTA

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, MARZO DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRÁCTICO EL EXAMEN GENERAL
PRIVADO**

EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl De León De Paz
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 10 de Noviembre de 2005.

Claudia María Barrientos



Guatemala, 20 de marzo 2006

FACULTAD DE INGENIERÍA

Señor
Ing. Williams Alvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-
Respetable Ingeniero Álvarez

Por medio de la presente informo a usted que procedí a revisar el informe final de trabajo de graduación de la estudiante Claudia María Barrientos, cuyo título es: **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”** el cual encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país principalmente en el apoyo técnico a empresas privadas, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final, beneficiarán a la sociedad en general.

En tal virtud, **LO DOY APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Monroy Benites', written over a horizontal line.

Ing. Estuardo Monroy Benites

Guatemala, 10 de marzo de 2006

Señor
Ing. Williams Alvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-
Respetable Ingeniero Álvarez

Por medio de la presente informo a usted que como asesor de la estudiante universitaria, **Claudia María Barrientos**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **“ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA”** el cual encuentro satisfactorio.

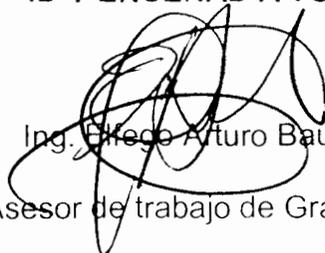
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país principalmente en el apoyo técnico a empresas privadas, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final, beneficiarán a la sociedad en general.

En tal virtud, **LO DOY APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

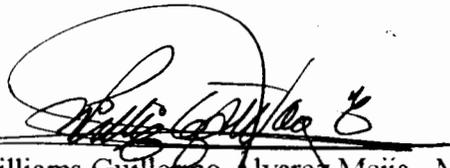


Ing. Efraim Arturo Baustista
Asesor de trabajo de Graduación



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M. Sc. después de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Jefe del Departamento al trabajo de Graduación de la estudiante **Claudia María Barrientos** titulado: "ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA" procede a la autorización del mismo.



Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, M. Sc.
DIRECTOR ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, marzo de 2,006



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN EN EL INGENIO LA UNIÓN, COMO ALTERNATIVA A UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia María Barrientos** procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, marzo 22 de 2,006

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Sobre todas las cosas,
por haberme iluminado y
permitirme obtener este
logro.

Mi madre

Por haberme dado la
vida, por su lucha
constante y por su
apoyo.

Mis tíos

Por estar al tanto de mí.

Mis primos y sobrinas

Gracias por su cariño.

AGRADECIMIENTO A:

Ingenio LA UNION S.A,

Por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de graduación y a todas las personas que me brindaron su apoyo y cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. CONCEPTOS BÁSICOS	1
1.1 Qué son buenas prácticas de operación	1
1.2 Por qué deben de utilizarse las buenas practicas de operación	1
1.3 Dónde deben de utilizarse las buenas prácticas de operación	2
1.4 Qué necesita la empresa para implementar las buenas practicas de operación	3
1.4.1 Cultura organizacional	3
1.4.2 Sensibilización al problema	3
1.4.3 Difusión de la información	3
1.4.4 Acciones simples	3
2. VISIÓN GENERAL DE LA FÁBRICA	5
2.1 Historia	5
2.1 Descripción de la fábrica	5
2.3 Misión fundamental de la fábrica	6
2.4 Política de calidad	6

3. DATOS GENERALES DE LA FÁBRICA	7
3.1 Producción actual	7
3.2 Días de operación	7
3.3 Período de análisis	7
3.4 Estructura organizacional	8
3.5 Sistema de estimulación y motivación	8
3.6 Capacitación del personal	9
3.7 Objetivos de trabajo de la fábrica enfocados a Buenas Prácticas de Operación	9
3.8 Líneas fundamentales de producción	9
3.9 Áreas del proceso	9
3.10 Descripción breve del proceso	10
3.10.1 Recepción y extracción del jugo	10
3.10.2 Tratamiento del jugo	11
3.10.2.1 Sulfitación	12
3.10.2.2 Alcalización y calentamiento	13
3.10.2.3 Clarificación	13
3.10.2.4 Filtración	14
3.10.3 Evaporación	15
3.11 Recuperación de sacarosa	16
3.11.1 Cristalización	16
3.11.2 Centrifugación	16
3.12 Acondicionamiento de azúcar	17
3.12.1 Secado	17
3.12.2 Envasado, pesado y almacenaje del azúcar	18

4. DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO Y CONSUMO DE LOS RECURSOS 23

4.1 Proceso de consumo de agua en la planta 23

4.1.1 Uso del agua vinculada directamente con el proceso productivo 23

4.1.2 Uso de agua vinculada indirectamente al proceso productivo 24

4.1.3 Uso de agua no vinculada al proceso productivo 24

4.1.4 Factores fundamentales que influyen en el consumo de agua en el ingenio 25

4.2 Proceso de consumo de energía eléctrica 26

4.2.1 Identificación de pérdidas por fugas y tubería sin aislamiento. 26

4.3 Consumo de Materia Prima y Productos Químicos 27

5. OPCIONES PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA, ENERGÍA, MATERIA PRIMA Y SEGURIDAD DENTRO DEL INGENIO. 31

5.1 Opciones para optimizar agua 31

5.2 Opciones para optimizar energía 39

5.3 Opciones para optimizar materia prima e insumos 41

5.3.1 Caña y jugo 41

5.3.2 Cachaza 43

5.3.3 Productos químicos 43

5.3.4 Grasas y aceites 44

5.4 Opciones de mejoramiento de condiciones laborales y seguridad industrial. 44

6. PLAN DE MEJORA CONTINUA	45
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1 Organigrama de la estructura de la empresa	8
2 Diagrama de flujo del proceso de azúcar	19
3. Sistema de agua, situación actual	37
4. Sistema de agua situación futura	38

TABLAS

I. Distribución de las centrífugas dependiendo el tipo de masa	17
II. Detalle del consumo de agua en un ingenio.	25
III. Químicos utilizados en el proceso del azúcar	28
IV. Determinación del porcentaje de tierra por sistema de alce	32
V. Características de las aguas residuales industriales.	39
VI. Descripción del área sin aislamiento térmico	40
VII. Lista de medidas técnicas de mejoramiento de la eficiencia Energética	48

GLOSARIO

- Alcalización:** Proceso de tratamiento de jugo que consiste en aplicar cal (ya sea como lechada de cal o sacarato) al jugo (sulfitado o mezclado) para neutralizar la acidez natural del jugo y formar sales insolubles de cal, principalmente en forma de fosfatos de calcio.
- Bagacillo:** Partículas muy pequeñas de bagazo, separadas ya sea del jugo clarificado o del bagazo final por filtración .
- Bagazo:** Residuo que se obtiene al moler caña en uno o más molinos. Se llama respectivamente “bagazo del primer molino”, “bagazo del segundo molino”, etc., y “bagazo del último molino”, “bagazo final” o sencillamente “bagazo”, cuando se alude al material que sale del último molino. En general, el término bagazo se refiere al que sale del último molino, a menos que se especifique otra cosa.

Baumé:

Escala densimétrica que permite determinar la gravedad específica de un líquido, y está basada en la medición del porcentaje en peso de una solución de cloruro de sodio (NaCl). Para soluciones de azúcar tiene una relación directa con la medición de brix, es decir, un grado baumé equivale a la mitad de un grado brix más una unidad.

Buenas Prácticas de Manufactura:

Las Buenas Prácticas de Manufactura de Alimentos, son aquellas acciones generales de prácticas de higiene y procedimientos de elaboración que incluyan recomendaciones sobre materia prima, producto, instalaciones, equipos y personal. Son los procesos que controlan las condiciones operativas dentro de un establecimiento, con el objeto de obtener alimentos inocuos.

Cachaza:

Es un material con consistencia de lodo que se forma de los desechos eliminados en la clarificación del jugo alcalizado; y que posteriormente se secan en un filtro de rotación operando con vacío.

Caña de azúcar:	Botánicamente una planta del género <i>Saccharum</i> , y agriculturalmente el cultivo producido de híbridos que provienen de un número de especies <i>Saccharum</i> comúnmente referidos como caña. Específicamente, la determinación y distribución de la sacarosa en la caña está en el material crudo aceptado en los molinos para su procesamiento.
Evaporación	Operación unitaria de transferencia de calor, cuyo objetivo es eliminar el mayor porcentaje de agua que contiene el jugo clarificado sin llevarlo a su punto de saturación, de tal manera que, se obtiene un jugo con mayor cantidad de sólidos solubles (brix) y que comúnmente se conoce como meladura.
Guarapo:	Sinónimo de jugo.
Imbibición.	El proceso en el cual se aplica agua (generalmente a alta temperatura) al bagazo en el molino 5 y 6 para mejorar la extracción de sacarosa de éste, mediante lixiviación. El agua que así se usa se llama agua de imbibición.

Meladura:

Es el jugo clarificado concentrado que sale de último efecto del sistema de evaporadores, sin llegar al punto de saturación, que es luego es enviado directamente hacia el proceso de evapocristalización en tachos, o bien al proceso de clarificación por fosfoflotación.

Melaza:

Se refiere al subproducto de todo el proceso de la fabricación o refinación del azúcar crudo: el líquido denso y viscoso que se separa de la masa cocida final de baja calidad y del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales. Se suele decir que es incomedible porque no se usa para consumo humano, pero la melaza se puede comer sin resultados perjudiciales. Se le llama, también, miel final.

pH (potencial hidrógeno):

El potencial del agua pura es 7.0, e indica que la concentración de iones libres de hidrógeno es igual a la de los iones oxhidrilo. Como las concentraciones de los mismos en el equilibrio es relativamente bajo 0.0000001 molar, cuando existen

diferencias en la equivalencia es difícil de apreciar; se creó la escala de pH; que es una simple relación matemática $\text{pH} = \log_{10} [1 / \text{concentración molar de iones hidrógeno}]$.

RESUMEN

El Ingenio La Union pertenece al Grupo Unión – Los Tarros. Es uno de los diecisiete ingenios que forman parte de la agroindustria azucarera de Guatemala. El Ingenio La Union S.A. comenzó operaciones el 20 de enero de 1970 en la Finca Belén, situada en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, y en su primera zafra produjo 160 mil quintales de azúcar.

Actualmente tiene una capacidad instalada de 12,000 toneladas/día neto y aproximadamente 150 días de zafra. El 20 % del azúcar molida se procesa para producir azúcar blanca estándar, mientras que el 80 % restante se compone de azúcar cruda a granel como producto final. Además se produce melaza y electricidad.

En lo que se refiere a la parte ambiental el Ingenio la Unión, ya ha tomado medidas para mejorar su desempeño ambiental, entre los cuales se puede mencionar un manejo adecuado de los desechos sólidos, manejo de las aguas residuales.

Motivados por el incremento en los costos de disposición, las responsabilidades legales potenciales y las regulaciones más estrictas; la industria azucarera está cambiando el foco de su atención de los tratamientos de efluentes sólo al final de las tuberías hacia la implementación de técnicas de minimización de residuos.

Por lo anterior, se ha procedido a buscar áreas de oportunidad, con el fin de plantear opciones para optimizar los recursos de agua, energía, materia prima, subproductos y manejo de desechos, ya que con el se pretende a largo plazo,

introducir el termino de producción limpia como la forma más rentable de explotar los servicios procesos y de desarrollar y fabricar azúcar. El costo de los desperdicios y de las emanaciones, además de los impactos negativos sobre la salud y sobre el medio ambiente.

OBJETIVOS

General

- Introducir el término de “Buenas Prácticas de Operación” en el ingenio La Unión, como alternativa a un programa de producción más limpia, para el mejoramiento continuo del proceso productivo, mediante el uso más racional de los recursos y la optimización de los procesos productivos.

Específicos

1. Aportar beneficios en el ámbito ambiental a través de mejorar el proceso por medio de una reducción de pérdidas / uso correcto de materias primas y otros insumos.
2. Identificar puntos a mejorar para aumentar la productividad.
3. Despertar la sensibilidad de los empleados del ingenio La Unión, respecto al problema e involucrarlos en la identificación de oportunidades y en su aplicación.
4. Desarrollar e implementar los procedimientos requeridos cuando esto sea factible o aportar acciones para que a largo plazo se pueda implementar un programa de Producción más limpia.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la preocupación mundial por la situación del medio ambiente ha hecho que se estudien los efectos de los desechos industriales y las mejores opciones para evitarlos, reducirlos y controlarlos. En Guatemala, los problemas relacionados con la contaminación ambiental son múltiples.

El crecimiento poblacional e industrial influyen considerablemente de manera adversa sobre varios de los recursos naturales del país. Por otro lado, no puede negarse que el desarrollo industrial contribuye valiosamente al mejoramiento de las condiciones económicas y humanas de los países en general.

En el presente trabajo de graduación se señalan los conceptos para la introducción y aplicación del concepto de Buenas Prácticas de Operación, como una alternativa a un programa de Producción más Limpia en el Ingenio La Unión, para el mejoramiento continuo del proceso productivo, mediante el uso más racional de los recursos y la optimización de los procesos.

Para la consecución de este objetivo resulta imprescindible perfeccionar las actuales prácticas de producción, de tal forma que se garantice un mejor uso de los recursos naturales (agua), materias primas (caña de azúcar) y productos (bagazo, cachaza, azúcar), la minimización y tratamiento adecuado de los residuales o desechos que en ella se generan y el aprovechamiento económico de los mismos, en los casos en que sea factible. A través de un análisis de la situación actual de las condiciones del proceso para poder obtener alternativas de mejora.

Como en la introducción de cualquier sistema de gestión es necesario involucrar a la alta dirección para poder crear un ambiente en el que el personal se encuentre completamente involucrado y, así poder despertar la sensibilidad de los empleados con respecto al problema, para que puedan aportar en la identificación de oportunidades y en su aplicación que el plan o sistema pueda operar eficazmente. Por lo que fue necesario el evaluar la fabrica, la forma de capacitación y la motivación a los empleados. Para poder buscar una mejora desde el punto de vista social, contribuyendo a la satisfacción del personal.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1 Qué son Buenas Prácticas de Operación

Las Buenas Prácticas de Operación son acciones voluntarias basadas en el sentido común, se pueden aplicar con el objetivo de:

1. Racionalización del uso de materias primas, agua y energía
2. Reducción del volumen y/o toxicidad de los residuos sólidos
3. Líquidos y emisiones atmosféricas emitidas durante el proceso
4. Reuso y/o reciclaje de materiales
5. Mejoramiento de las condiciones de trabajo y de la salud
6. Seguridad ocupacional en la empresa

El objetivo es el mejoramiento continuo del proceso productivo, mediante el uso más racional de los recursos y la optimización de los procesos productivos.

1.2 Por qué deben de utilizarse las Buenas Prácticas de Operación

Debido a las condiciones actuales las empresas buscan una imagen en el mercado, donde sus productos tengan una aceptación, pero las exigencias del cliente de hoy en día son cada vez mayores, buscando un producto de calidad donde se encuentre implícito la protección de su salud, que solo es posible a través de producciones más limpias y soluciones como buenas prácticas de operación que las empresas determinen para mitigar el daño ambiental que se pueda derivar de su actividad productiva, el cual en muchos casos al afectar la calidad ambiental, afecta la calidad total del producto.

A largo plazo, la producción limpia es la forma más rentable de explotar los servicios y procesos y de desarrollar y fabricar productos. El costo de los desperdicios y de las emanaciones, además de los impactos negativos sobre la salud y sobre el medio ambiente, pueden evitarse desde el comienzo mediante la aplicación del concepto de Buenas Prácticas de Operación, además del incremento en sus beneficios económicos, sanciones del poder público, la incorporación del concepto de mejoramiento continuo, una mayor economía, el cumplimiento de los criterios de certificación, el mejoramiento en el control de los costos. Logrando así aumentar la eficiencia y competitividad de las empresas, para poder satisfacer las necesidades del cliente.

1.3 Dónde deben de utilizarse las Buenas Prácticas de Operación.

En empresas o instituciones donde se desea implementar la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, como buenas prácticas de operación que esta integrada a los procesos, producciones y servicios, para incrementar la eficiencia de los procesos, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo económico.

Ello significa implementar un grupo importante de acciones y medidas dirigidas a garantizar la eficiencia en el uso de las materias primas, agua y energía, reducir el uso de sustancias tóxicas, prevenir y minimizar la generación de residuales y lograr su reuso o reciclaje.

1.4 Qué necesita la empresa para implementar “Buenas Prácticas de Operación”

1.4.1 Cultura organizacional

La reducción de los residuos está relacionada al cambio de conducta, a la creación de una cultura de productividad y de minimización de residuos al interior de la empresa.

1.4.2 Sensibilización al problema

Es importante despertar la sensibilidad de los empleados con respecto al problema e involucrarlos en la identificación de oportunidades y en su aplicación.

1.4.3 Difusión de la información

El proceso puede ser mejorado, asegurando una buena difusión interna de los resultados de la implementación de las “Buenas Prácticas de Operación”, al interior de la empresa.

1.4.4 Acciones simples

La adopción de las “Buenas Prácticas de Producción” no requiere de grandes inversiones en tecnologías más limpias, las que podrían ser relativamente costosas.

2. VISIÓN GENERAL DE LA FÁBRICA

2.1 Historia

El Ingenio La Union pertenece al Grupo Unión – Los Tarros. Es uno de los diecisiete ingenios que forman parte de la agroindustria azucarera de Guatemala.

El Ingenio La Union S.A. comenzó operaciones el 20 de enero de 1970 en la Finca Belén, situada en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, y en su primera zafra produjo 160 mil quintales de azúcar.

2.2 Descripción de la fábrica

Ingenio La Unión S. A, cuenta con un tándem de 6 molinos para desarrollar el proceso de producción de azúcar. La capacidad instalada de molienda es de 12,000 ton / día

Entre los equipos más importantes, están:

- 4 mesas alimentadoras de caña
- 4 conductores de caña
- 4 picadoras de caña
- 6 motores eléctricos
- 6 calderas de las cuales 5 utilizan bagazo y 1 utiliza una mezcla de bagazo y bunker
- 1 clarificadores de jugo.

- 4 Filtros de cachaza Dorr Oliver de 8' * 16'
- 14 Evaporadores arreglados en cinco efectos
- 10 Tachos de masas cocidas de primera, segunda y tercera.
- 20 Centrífugas para masas
- 4 envasadoras
- 1 Bodegas de azúcar, de las cuales dos se utilizan para almacenar azúcar a granel

Además, se cuenta con tanques de cal, azufre, agua caliente, jugo, meladura, masas cocidas y mieles. También se encuentran bombas para distintos usos, así como maquinaria motriz indispensable para la reducción de velocidad (reductores) generada por otros equipos.

2.3 Misión fundamental de la fábrica

Alcanzar niveles de rentabilidad adecuados y sostenidos que contribuyan a fortalecer las inversiones estratégicas necesarias, que aumenten la capacidad competitiva de la empresa en el mercado global del azúcar y eléctrico, y le permita ser instrumento de superación para todos los integrantes de la organización

2.4 Política de Calidad

Producimos caña, azúcar y electricidad, comercializando nuestros productos para satisfacer los requerimientos de calidad de nuestros clientes, a través de mejora continua de los procesos, el compromiso y desarrollo del personal. Estamos comprometidos con la productividad y rentabilidad de la empresa, para aumentar su capacidad competitiva en los mercados local e internacional.

Nuestras actividades se desarrollan en congruencia con los reglamentos ambientales de país.

3. DATOS GENERALES DE LA FÁBRICA

3.1 Producción actual

El Ingenio La Unión, S.A, actualmente tiene una capacidad instalada de 13,000 toneladas / día neto y la cantidad molida durante la zafra de 2004/2005 ha sido en promedio 12,400 toneladas / día y 161 días de zafra. La razón de molida del total de la zafra fue de 12,500 toneladas / día. Produce alrededor de 4,500,000 quintales de azúcar cruda a granel y 1,600,000 quintales de azúcar blanca por zafra. El 30% de la producción es azúcar blanca, mientras que el 70% restante se compone de azúcar cruda a granel como producto final. Además se produce melaza y electricidad.

3.2 Días de operación

El tiempo de operación de la fábrica en la zafra 2004-2005 fue de 163 días en los meses de noviembre a mayo y para la zafra 2005-2006 se tiene una expectativa de operación de 164 días de operación.

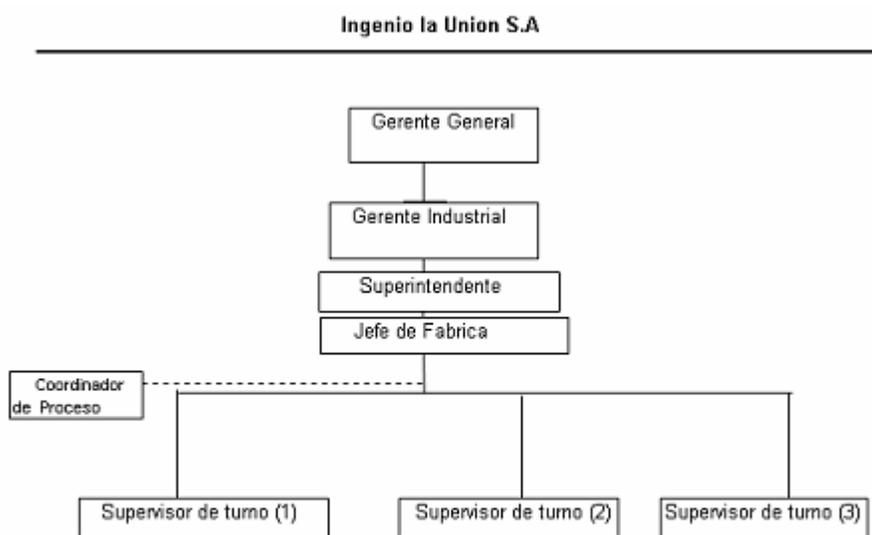
3.3 Periodo de análisis

El período de análisis en el que se realizó el estudio fue en época de mantenimiento, ya que en este período es cuando se puede realizar las capacitaciones y se puede obtener más información sobre los problemas que puedan existir respecto a al uso racional de los insumos y el aumento de la productividad. Y en época de zafra se implementara las opciones que puedan ser factibles, así como continuar con la sensibilización de los trabajadores.

3.4 Estructura organizacional

Una característica de la organización del Ingenio La Union S.A. es que su estructura se basa en principios y metas que se trazan para ser aplicados y tener un buen desempeño en el desarrollo de las actividades.

Figura 1. Organigrama de la estructura de La Empresa



3.5 Sistema de Estimulación y Motivación

Como un sistema de estimulación y motivación se utilizará el uso de incentivos al personal (no solamente de tipo monetario). Ya que con esto los empleados se comprometen más con la aplicación de medidas de prevención ya que saben que obtendrán algún beneficio.

3.6 Capacitación del Personal

Esta es una herramienta por la cual debe de encaminarse todas las estrategias, mejoras y programas que se pretenden implementar dentro del área de trabajo. En este momento la empresa cuenta con el apoyo en el área de capacitación con Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) y el Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA); actualmente se imparten cursos sobre el proceso de azúcar y medio ambiente, por lo que no sería difícil incorporar cursos sobre buenas prácticas de operación y producción más limpia, con el objetivo de sensibilizar a los empleados sobre el manejo adecuado de los recursos.

3.7 Objetivos de trabajo de la fábrica enfocados a Buenas Prácticas de Operación

En el año 2002, el Ingenio La Unión, S.A. por vía de la Asociación de Azucareros de Guatemala-ASAZGUA, contactó con la empresa Sueca AF-IPK para elaborar un Plan de Gestión Ambiental –PGA-, a través del cual se busca mejorar las operaciones del ingenio que provocan impactos negativos.

Dicho plan contiene los objetivos medioambientales y el plan de acción mediante el cual se pretende alcanzarlos, además, de la implementación de programas de Salud y Seguridad Industrial, programas de capacitación en todos los niveles de la organización que se vienen realizando actualmente.

3.8 Líneas fundamentales de producción

Las líneas fundamentales de producción son dos:

Línea de azúcar crudo

Línea de azúcar blanco

La diferencia de estas es que para la azúcar cruda no se necesita sulfitación ni clarificación de meladura.

3.9 Áreas del Proceso

Las áreas del proceso de la fabricación del Ingenio La Unión, S.A. son 4:

1. Extracción del jugo
2. Tratamiento del jugo
3. Recuperación de sacarosa
4. Acondicionamiento de azúcar

3.10 Descripción breve del proceso

3.10.1 Recepción y Extracción del jugo

El proceso empieza por el corte de caña que puede hacerse en forma manual o mecanizada. Para facilitar la labor del cortador y eliminar en buena proporción la biomasa formada por las hojas, se procede a la quema de los cañaverales. También se realiza, aunque en mínima parte, corte en verde. Posteriormente al corte viene el alza, que también puede hacerse en forma manual o mecanizada y el transporte de caña a la fábrica, para el cual se emplean jaulas o camiones.

El proceso en el ingenio se inicia con la recepción de la caña en la que se efectúa el pesaje y la toma de muestras del contenido de azúcar en la caña. En muchos ingenios la caña, después del corte, pasa por una etapa de prelavado, pero esta etapa se ha eliminado en el Ingenio La Unión para ahorrar agua. El proceso continúa directamente con la alimentación y preparación de la caña para ser molida, colocándola en las mesas de lavado seguido por los

conductores que la llevan a las picadoras rotativas. En la fase de lavado de la caña, el propósito es eliminar al máximo polvo y materia orgánica. En el ingenio La Unión, hay dos líneas de lavado en paralelo con dos mesas en serie para cada línea. Previo a la llegada a los molinos, la caña es desmenuzada en las picadoras rotativas.

La extracción del jugo o guarapo de caña se efectúa en seis (6) molinos en una sola línea, obteniéndose el jugo mediante la compresión de la caña en cuatro cilindros rotativos llamados mazas, en medio de las cuales se hace pasar el colchón de caña y mediante presión se extrae el jugo que se recolecta en tanques. En el recorrido de la caña por el molino, se le agrega agua para lograr extraerle la sacarosa que contiene el material fibroso que pasa a través de todas las unidades que componen dicho molino. Este proceso de agregar agua es llamado imbibición (o menos frecuente maceración o saturación).

El bagazo que sale de la última unidad de molienda se conduce a las calderas para que sirva como combustible y produzca el vapor de alta presión que se emplea en los turbogeneradores para producir la energía eléctrica requerida por el ingenio y la energía suministrada como excedente a la red pública.

Luego este jugo pasa a fase de clarificación para separarlo de materia orgánica, tierra y cualquier materia extraña.

3.10.2 Tratamiento del jugo

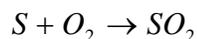
El jugo que exprimen los molinos es ácido, turbio y de color verde oscuro. Uno de los procesos para tratamiento del jugo es el de la clarificación. La clarificación consiste en la eliminación de impurezas y colorantes presentes en el jugo de caña y tiene cuatro etapas que son

1. Sulfitación
2. Alcalización y calentamiento
3. Decantación
4. Filtración

3.10.2.1 Sulfitación

Consiste en la absorción del SO₂ (anhídrido sulfuroso), por el jugo, bajando su pH original a 4.5. La sulfitación se realiza usualmente en una columna de absorción que tiene, en su interior, platos perforados. Se bombea el jugo a la parte superior de la torre y desciende por gravedad a través de los platos en contracorriente con el SO₂ gaseoso, aspirado por un forzador o eyector instalado en el tope de la columna. Debido a la gran solubilidad del SO₂ en el agua, se puede obtener una absorción de hasta 99,5% con este equipo.

El SO₂ gaseoso se produce en la planta a través de la quema del S (azufre) en presencia de aire, en hornos especiales, según la reacción:



La sulfatación tiene como objetivos principales:

- Inhibir reacciones que causan formación de color;
- La coagulación de coloide soluble;
- La formación de precipitado CaSO₃ (sulfito de calcio);
- Disminuir la viscosidad del jugo y, consecuentemente, del jarabe, masas cocidas y mieles, facilitando las operaciones de evaporación y cocción.

El consumo medio de azufre puede ser estimado en 250 a 500 g/TC.

3.10.2.2 Alcalización y calentamiento

Para la eliminación de las impurezas solubles como insolubles, es universal el uso de cal y calor como agentes clarificadores.

La cal se agrega al jugo en forma de lechada de cal, la cual es preparada con una determinada cantidad de CaO por tonelada de caña. La cantidad que se va a suministrar depende del dato del pH que se obtiene a través de los instrumentos instalados. La lechada de cal neutraliza la acidez natural del jugo y forma sales insolubles de cal principalmente en forma de fosfato de calcio.

El jugo que sale de la alcalización es calentado con vapor en intercambiadores de tubo y coraza hasta una temperatura de 102-105 °C y se dispone en tanques clarificadores de 65000 galones de volumen cada uno y tres horas de retención

La calefacción del jugo alcalino, hasta el punto de ebullición o un poco mas allá de ese punto, coagula la albúmina y otras grasas.

3.10.2.3 Clarificación

Es la etapa de purificación del jugo, por la remoción de las impurezas floculadas en los tratamientos anteriores. Este proceso se realiza de forma continua en un equipo denominado clarificador o decantador, que tiene varios compartimentos (bandejas), con la finalidad de aumentar la superficie de decantación.

El jugo decantado se retira de la parte superior de cada compartimiento y se lo envía al sector de evaporación para concentración. Las impurezas sedimentadas, con una concentración de sólidos de aproximadamente 10⁰ Be,

constituyen el lodo que normalmente se retira del decantador por el fondo y se envía al sector de filtración para recuperación del azúcar en él contenido. El tiempo de residencia del jugo en el decantador, dependiendo del tipo de equipo empleado, varía de 15 minutos a 4 horas, y la cantidad de lodo retirado que representa de 15% a 20% del peso del jugo que entra en el clarificador.

3.10.2.4 Filtración

Los lodos o cachaza contienen azúcar y para retirársela se someten a un proceso de filtración al vacío.

Inicialmente a los lodos se les agrega bagacillo, cal y floculante para aumentar su filtrabilidad, posteriormente se bombean hacia filtros rotatorios al vacío donde se separan los sólidos del jugo resultante.

En el filtro se aplica agua caliente con boquillas aspersoras para minimizar la cantidad de sacarosa residual en la cachaza. La materia sólida se conduce por bandas transportadoras a tolvas para recogerla en vagones o volquetas, pesarla y disponerla en el campo como estabilizador de suelos pobres en materia orgánica.

El jugo turbio resultante se clarifica por flotación con ácido fosfórico, cal, floculante y aire de tal manera que el jugo filtrado clarificado se mezcla con el jugo claro de jugo para enviarlo a los evaporadores y los lodos sólidos no azúcares se retornan a la operación de filtración y se desalojan con la cachaza.

Para la azúcar cruda no se necesita sulfitación en la clarificación y para facilitar la separación se utiliza el sistema donde el molino uno es conectado a clarificación para la producción de azúcar blanca y los otros cinco molinos están conectados para una clarificación adaptada a la fabricación de azúcar cruda.

Como resultado de la clarificación se produce un compuesto rico en nutrientes como el fósforo, nitrógeno, calcio, magnesio, sodio y potasio entre otros, que se recupera por medios mecánicos, se valora y se transporta como un subproducto al campo.

Este compuesto se conoce con el nombre de cachaza.

3.10.3 Evaporación

El jugo clarificado se concentra utilizando una batería de catorce (14) evaporadores repartidos en cinco efectos, en donde se elimina el 75% de agua. Para mantener una buena eficiencia en la evaporación, doce (12) evaporadores están siempre en operación, mientras que dos (2) evaporadores están en fase de limpieza. El ciclo de limpieza de un evaporador dura entre 22 y 24 horas.

Durante la evaporación del jugo, la concentración de sólidos se incrementa de un 18% en el jugo clarificado, a un 65% en el licor obtenido (meladura).

Los condensados de la batería de evaporadores de cinco efectos se usan como sigue:

Condensado del 1° y 2° efecto se usa en las calderas

Condensado del 3° y 4° efecto se usa como agua caliente en fábrica sobre todo como agua de lavado en las centrífugas adición a los tachos y como agua de lavado en los filtros rotativos de cachaza.

El vapor del 5° efecto se condensa y se regresa al sistema de recirculación de agua.

3.11 Recuperación de Sacarosa

3.11.1 Cristalización

La cristalización del azúcar se efectúa a través de un total de 10 tachos, evaporadores de simple efecto, en donde se requieren condiciones optimas de presión de vapor, vacío y concentración, para lograr una cristalización controlada. Todos los tachos están equipados con bomba de vacío, tipo anillo líquido, para la eliminación de incondensables y cada uno tiene su condensador.

El propósito de la etapa de cristalización es obtener un cristal con características adecuadas tanto en tamaño como en número y el agotamiento de los licores, con el fin de recuperar la mayor cantidad posible de sacarosa. El producto que se obtiene es una mezcla de cristales de azúcar y miel (masa cocida).

3.11.2 Centrifugación

La masa cocida que se llevó al cristalizador y después al mezclador se hace pasar a máquinas giratorias llamadas centrifugas. El canasto cilíndrico de la centrifuga, que esta suspendido de una flecha o huso tiene sus costados perforados y forrados de tela metálica, entre el forro y el costado hay laminas de metal que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada (62 a 93 perforaciones por centímetro cuadrado). Las máquinas son impulsados por motores

La centrifugación se lleva a cabo en una batería de veinte centrifugas, que tiene como objeto la separación de los cristales y las mieles. Las centrifugas están distribuidas de la siguiente manera.

Tabla I. Distribución de las centrifugas dependiendo el tipo de masa.

TIPO DE MASA	NÚMERO DE CENTRÍFUGAS	TIPO DE CENTRIFUGA
Masa B crudo	5	Continuo
Masa B blanco	2	Continuo
Masa A crudo	7	Batch
Masa A blanco	2	Batch
Masa C del total	4	Continuo
TOTAL	20	

Quando el ciclo finaliza se descarga el azúcar a un conductor que transporta esta, hasta la parte alta de la fábrica en donde se ubican las máquinas secadoras.

3.12 Acondicionamiento de azúcar

3.12.1 Secado

El contenido de humedad del azúcar al finalizar la separación centrífuga no mantiene un nivel apropiado para su manipulación y almacenamiento. La función de secado busca entonces reducir el contenido de humedad del azúcar hasta un valor lo bastante bajo para impedir el desarrollo de microorganismos que puedan ocasionar el deterioro del producto o en el peor de los casos, su pérdida.

La humedad del azúcar producido debe de oscilar entre 0.03% y 0.05% para azúcar blanca a una temperatura de 35 ° C y para el azúcar entre 0.2 y 0.3 % para azúcar cruda en grano, a una temperatura de 40 ° C.

El enfriamiento del azúcar se realiza en un tambor metálico a través del cual pasa aire, en contracorriente, un flujo de aire succionado por un extractor. El aire que pasa por el secador arrastra consigo una pequeña cantidad de polvo de azúcar, siendo, por lo tanto, necesario la utilización de aspersores para la recuperación del azúcar arrastrada, retornándolo posteriormente al proceso.

3.12.2 Envasado, pesado y almacenaje del azúcar

De la enfriadora, se hace pasar el azúcar a una faja transportadora que luego es introducida a un elevador y este deposita el azúcar a las fajas que llenan las tolvas, directamente a las envasadoras de sacos localizado. Máquinas de costura industriales realizan el cierre del saco, que está listo para el almacenaje. El azúcar es almacenada en sacos de 50kg y en lugares previamente determinados, facilitando el control de calidad.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de azúcar

Diagrama de Operaciones del Proceso de Fábrica	
Método: Actual	Fecha: Nov. 2005
Identificación: Azúcar Blanco y/o crudo	Ingenio La Unión S.A
Analista: Claudia Barrientos	
Inicia: Entrada de Jaulas con caña	
Salida: Bagazo-Jugo	

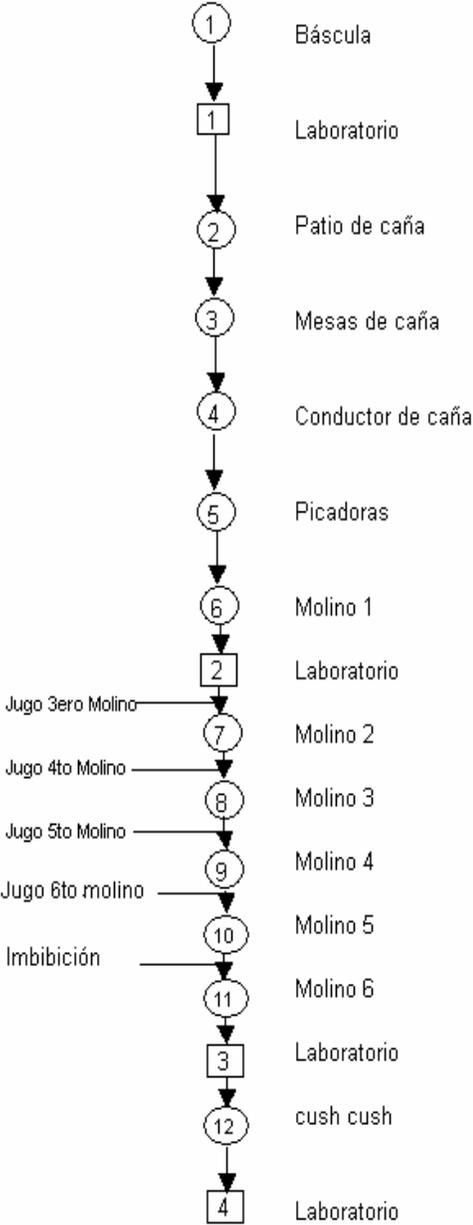
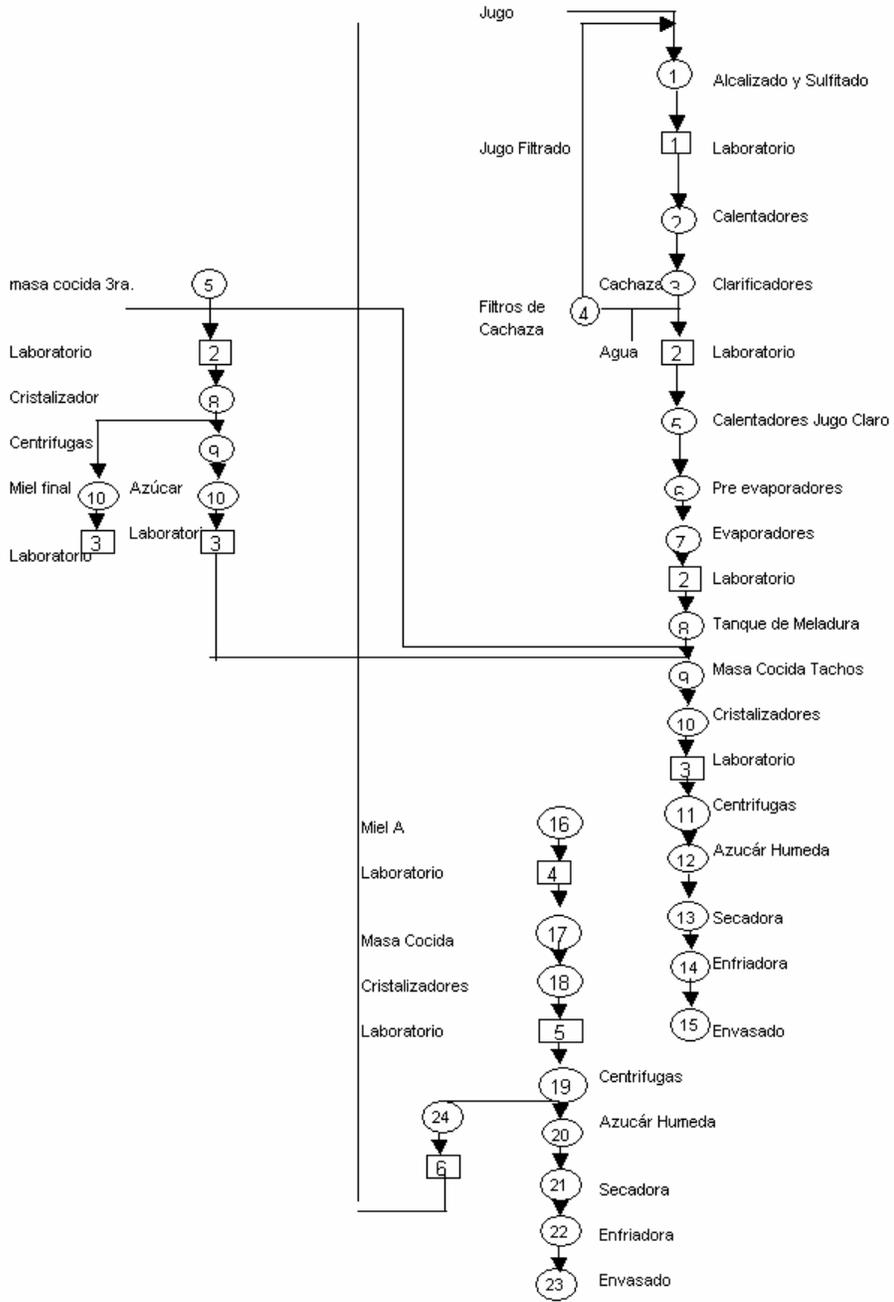


Diagrama de Operaciones del Proceso de Fábrica

<p>Método: Actual Identificación: Azúcar Blanco y/o crudo Analista: Claudia Barrientos Inicia: Jugo de caña Salida: Envasado</p>	<p>Fecha: Nov. 2005 Ingenio La Unión S.A Fase II</p>
--	--



Resumen del diagrama de operaciones del proceso

Fase I

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	○	11
Inspección	□	04

Fase II

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	○	24
Inspección	□	11

4. DIAGNÓSTICO SOBRE EL USO Y CONSUMO DE LOS RECURSOS

A partir de la recopilación de datos por medio de actividades como recorridos en la planta, entrevistas con las personas encargadas de la operación, se llega a determinar un análisis específico de la situación actual de la empresa y los puntos donde se pueden obtener beneficios con la implementación del programa de Buenas Prácticas de Manufactura.

4.1 Proceso de consumo de agua en la planta

Durante la zafra 2001/2002 el consumo específico de agua estuvo de 6.9 m³/tonelada de caña (m³/tc) con una entrada de agua de 15,300 gpm. A mediados de la zafra 2004/2005 el consumo específico se redujo a 4.9 m³/tc con una entrada de agua de 11000 gpm. La principal razón de esta reducción fue la escasez de agua, y en realidad no hay más agua disponible a mediados de la zafra que los aproximadamente 11000 gpm utilizados actualmente, un caudal que se reduce aún más al fin de zafra y puede bajar hasta 8000 gpm.

El uso del agua en el ingenio depende de varios factores, siendo los más importantes los vinculados con la disponibilidad, calidad y temperatura de la misma. De esta forma es posible establecer las diferentes categorías siguientes:

4.1.1 Uso del agua vinculada directamente con el proceso productivo

1. Agua de lavado de caña
2. Agua de alimentación a calderas
3. Vapor consumido en el proceso tecnológico

4. Escapes a la atmósfera por válvulas, tuberías y equipos de proceso
5. Limpieza y desinfección de sistemas mediante equipos auxiliares: sopladores de hollín, es de tachos, etc.
6. Limpieza y desinfección de sistemas mediante mangueras: desinfección de tándems.
7. Calentamiento de jugos en calentadores líquido-líquido.
8. Extracción del calor de rechazo en enfriaderos y torres de enfriamiento
9. Enfriamiento de chumaceras, bombas y equipos de proceso.
10. Preparación de productos químicos
11. Dilución de mieles
12. Imbibición
13. Lavado de centrífugas
14. Lavado de la torta de los filtros

4.1.2 Uso de agua vinculada indirectamente al proceso productivo

1. Como medio de enfriamiento en los enfriadores ínter y post etápicos de los compresores de aire para el sistema neumático de control.
2. Sistemas de protección e higiene vinculados al proceso.
3. Sistemas de regeneración de la planta de tratamiento de aguas

4.1.3 Uso de agua no vinculada al proceso productivo

1. Sistemas sanitarios y de higiene de recursos humanos auxiliar al proceso

En fecha reciente se publicó un artículo sobre Gestión Energética en un central azucarero, donde se detalla algunos datos del consumo de agua en un ingenio. Dichos datos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla II. Detalle del consumo de agua en un ingenio

Producción de condensados puros	55.8 T/h
Déficit de condensados puros	5.4 t/h
Porcentaje de agua de reposición	8.8%
Producción de condensados contaminados:	66.7 T/h
Agua de imbibición	28.2 T/h
Agua para limpieza de tortas de filtros	3.0 T/h
Agua para centrifugación	1.1 T/h
Agua de dilución de mieles	3.5 T/h
Agua lechada de cal	3.5 T/h

Factores fundamentales que influyen en el consumo de agua en el ingenio

Las causas que influyen o determinan el consumo de agua en el ingenio son de diferente naturaleza, y algunas de ellas están muy estrechamente

relacionadas. A continuación se señalan aquellas que han sido caracterizadas en un diagnóstico realizado.

Estabilidad y régimen de molida horaria.

Calidad de la materia prima.

Estado del sistema de recuperación, conducción y almacenamiento del condensado.

Cantidad del agua de imbibición.

Control del agua para limpieza y enfriamiento.

Limpieza de los molinos y de las diferentes áreas de la fábrica.

Control de la cantidad de agua para la preparación de productos químicos.

Limpieza de los equipos.

Control del agua para filtros y centrífugas.

Estrategia de operación de los tachos.

Control del vacío en evaporadores y tachos.

Control del agua de inyección a los condensadores barométricos.

Sistema de control para un mayor aprovechamiento de los condensados de evaporadores y calentadores.

Control del agua de dilución de mieles.

Contaminación de los condensados por factores de diseño u operacionales.

Salideros en los sistemas de protección e higiene del trabajo.

Con estos datos se pretende optimizar el agua en todos los procesos de operación y limpieza debido a que el uso en algunos casos no es racional, porque muchas veces no existe el equipo necesario para facilitar la operación que al mismo tiempo ayude a usar debidamente el recurso.

Otro factor importante es la costumbre con la que se practican las operaciones por los trabajadores produciendo un desaprovechamiento del mismo.

4.2 Proceso de consumo de energía eléctrica

El consumo de energía se tiene principalmente en las actividades de producción, se estimó por medio de una proyección de los datos de dos zafra pasadas el dato para la zafra 2005/2006

4.2.1 Identificación de pérdidas por fugas y tubería sin aislamiento

Durante la inspección de la línea de distribución de vapor, se identificaron tubería sin aislamiento y algunas con fugas, siendo esta una causa para poder realizar una oportunidad de mejora en el consumo de vapor.

En base a una recopilación de datos y monitoreo de la tubería sin aislante se calcula un estimado de 12,872 pie²

4.3 Consumo de materia prima y productos químicos

La caña de azúcar constituye la materia prima principal del ingenio. Se cosecha durante los meses de noviembre a abril, periodo que se conoce como la zafra azucarera. El corte de caña puede hacerse en forma manual o mecanizada. Para facilitar la labor del cortador y eliminar en buena proporción la biomasa formada por las hojas, se procede a la quema de los cañaverales. También se realiza, aunque en mínima parte, corte en verde. Posteriormente al corte viene el alza, que también puede hacerse en forma manual o mecanizada y el transporte de caña a la fábrica, para el cual se emplean jaulas o camiones.

Un subproducto o residuo de la molienda de caña se llama bagazo; es una fibra leñosa que contiene la caña, y que sale de molinos unida al jugo residual y la humedad que queda del jugo de imbibición.

En el ingenio el bagazo que es aproximadamente la cuarta parte de la caña, sirve como materia prima (combustible) para la generación de vapor.

El jugo que es extraído en molinos, pasa al proceso de clarificación; como resultado de esto se divide el jugo total en dos partes: el guarapo clarificado y los productos de la precipitación llamado cachaza o lodos, siendo otro subproducto del proceso de azúcar.

De la separación del cristal de la masas se produce melaza que luego se vende en el mercado.

En el área de químicos que se utilizan el proceso están los siguientes:

Tabla III. Químicos utilizados en el proceso del azúcar

Bactericida (carbamato)	Cal Hidratada (jugos)
Bactericida (amonio)	Ácido Fosfórico (jugos)
Floculante (jugo)	Ácido fosfórico (meladura)
Decolorante (meladura)	Soda Cáustica en escamas
Antincrustante	Ácido Sulfámico
Tensoactivo	Activador Cáustico
Vitamina ' A '	Fosfatos
Hidrosulfito	Sulfitos
Antiespumante	Floculante (meladura)
Etanol	Soda Ash
Azúcar refino	Soda Cáustica al 50 %
Azufre (línea de blanco)	Ácido Clorhídrico
Azufre (línea de crudo)	Inhibidor de ácido
Aminas para Almidón	Inhibidor de soda
Cal Hidratada (meladura)	Decolorante

La utilización de estos se ve afectada por la calidad de la materia prima así como la producción y las especificaciones que se requieran en el producto final.

En el caso de la soda cáustica esta se utiliza para realiza la limpieza de evaporadores, esta limpieza consiste en hervir por ocho horas, una solución de soda cáustica, y entonces lavar con agua y hervir con ácido diluido. La solución de soda se guarda y el ácido se desecha después de usado.

Actualmente en el ingenio se está utilizando la limpieza mecánica, esta consiste en una hidrolavadora que trabaja a una presión de 12000 psig, para evitar el uso de la limpieza química aunque esta; muchas veces depende de las condiciones en las que se encuentre el equipo a limpiar, algunas veces es necesario la utilización de las dos, pero reduciendo así la utilización de grandes cantidades de químicos.

Con relación a los otros químicos en algunos lugares se dificulta el manejo de estos por las distancias que existen entre bodega y el lugar a utilizarse por lo que se mantienen cerca del lugar donde son necesarios, dando lugar a que algunas veces el manejo de los recipientes sea inadecuado o de otra manera existan derrames de producto en el área de trabajo.

En el caso de la cal esta es suministrada al proceso por medio de un silo. Este sistema consiste esencialmente en un tanque en el que se puede mezclar cal, dotado de agitadores, en los cuales la cala puede mezclarse con agua hasta la densidad deseada, que suele ser 15 ° Baumé.

5. OPCIONES PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA, ENERGÍA, MATERIA PRIMA Y SEGURIDAD DENTRO DEL INGENIO.

El consumo de agua es un parámetro clave que determina los volúmenes y concentraciones de los residuales líquidos a manejar y por ende la capacidad y características de los sistemas de tratamiento y disposición final. Para consumir menos agua es necesario cerrar los sistemas, recircular las aguas de proceso en los casos en que sea posible, realizar la recogida en seco de desperdicios y garantizar el buen estado de los sistemas de conducción y los depósitos de almacenamiento.

Una forma de empezar es equipando al personal con medios que puedan generar un ahorro considerable al utilizar el agua.

De esta manera también se pueden hacer ciertas modificaciones que también minimicen la utilización de este recurso.

5.1 Opciones para optimizar agua.

a) Opción uno

Re uso/ recirculación del agua de lavado de caña de la primera etapa o eliminación del lavado de caña, debido a que esta es una de las razones en las que mas se consume este recurso.

La mayor fuente consumo y de impacto al ambiente de los efluentes en un ingenio de azúcar es el lavado de caña. La razón por el uso de lavado de caña es la cantidad excesiva de tierra que entra con la caña cosechada. Se puede minimizar el uso neto de agua en la etapa de lavado, utilizando una recirculación de las aguas de lavado de la primera etapa. Este tipo de solución

es bien comprobado y aplicado en muchos ingenios hoy día fuera de Guatemala. Una solución más drástica sería la eliminación completa de lavado de caña con agua. Hay ejemplos exitosos donde se ha eliminado por total el lavado con agua y se ha aplicado un proceso seco de limpieza de la caña, o bien se ha reducido la cantidad de tierra entrando con la caña a un mínimo, resultando en una situación donde el lavado húmedo o seco de caña se puede eliminar por total.

Para esta opción se realizó en el Ingenio un estudio sistemático de diferentes métodos de cosecha alce y sus ventajas, un resultado de esto es que con el apilador de trineo se reduce de un 1.23% del apilador tradicional a un 0.24 % la tierra. Por lo que sería una opción el utilizar este apilador para reducir las cantidades de tierra que entran a las mesas de lavado.

Tabla IV. Determinación del porcentaje de tierra por sistema de alce

TIPO DE APILADOR	PESO EN LIBRAS		%
	CAÑA	TIERRA	
Apilador Tradicional	39,840	491.66	1.23
Apilador de Trineo	29,260	69.46	0.24
Sin apilador (Minimaleta)	33,640	75.60	0.22
Apilador Trineo (Minimaleta)	5,350	5.00	0.09

b) Opción dos

Optimización del uso de agua en el mantenimiento y limpieza de áreas y equipo de la planta.

1. Las actividades necesarias para realizar esta opción son la de la reubicación de puntos de agua para la instalación de mangueras donde sea necesario.

2. Se espera la reparación o reemplazo de todas las tuberías de alimentación de agua defectuosas, así como de las llaves y mangueras de chumaceras y agua de enfriamiento en mal estado, para que no exista ninguna fuga visible de agua en el área, ni tampoco derrames de la misma, ya que se debe de proceder a la sensibilización de los empleados en cuanto al uso racional de agua

3. Para el lavado de piezas se puede utilizar una bomba de presión portátil con manguera, de media pulgada de diámetro, y pistola ahorradora de cierre automático incorporados. Con este equipo, la limpieza, con agua, se ejecutara de una manera más eficaz y eficiente.

4. Proporcionar equipo y accesorios a los trabajadores así como las pruebas piloto donde sea factible, ya que existen algunos lugares donde el agua que se utiliza es proveniente de los condensados.

c) Opción tres

Monitoreo de contaminación de condensados.

El monitoreo servirá para caracterizar las aguas residuales utilizando parámetros químicos y biológicos y de esta manera asegurar la calidad de agua que se pudiera recircular sin afectar al proceso.

Los parámetros de las características de las aguas residuales y sus límites permisibles.

- a) Temperatura,
- b) Potencial de Hidrógeno
- c) Grasas y aceites
- d) Materia flotante
- e) Demando Bioquímica de Oxígeno
- f) Demanda Química de Oxígeno

- g) Sólidos sedimentables
- h) Sólidos suspendidos totales
- i) Nitrógeno total
- j) Fósforo total
- k) Arsénico
- l) Cadmio
- m) Cianuros
- n) Cobre
- o) Cromo hexavalente
- p) Mercurio
- q) Níquel
- r) Plomo
- s) Zinc
- t) Color

Dichos parámetros se encuentran en el “reglamento para el mejoramiento de las descargas de aguas residuales, del reuso de aguas residuales y del tratamiento y disposición de lodos” capítulo V artículo No. 16, que entrara en vigencia a partir del 16 de Marzo de 2006

TABLA V. Características de las aguas residuales industriales.

Parámetro	Unidades	Límite máximo permisible
Temperatura	Grados Celsius	Temperatura ambiente +/- 10
Grasas y Aceites	miligramos por litro	60
Materia Flotante	Ausencia/Presencia	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	miligramos por litro	350
Demanda química de oxígeno	miligramos por litro	700
Sólidos sedimentables	mililitros por litro	5
Sólidos suspendidos	miligramos por litro	400
Nitrógeno total	miligramos por litro	60
Fósforo total	miligramos por litro	30
pH	Unidades de pH	5 a 9
Coliformes fecales	Número más probable por cien mililitros	1×10^7

d) Opción cuatro

Optimizar el sistema de recirculación de agua para condensadores barométricos, con la instalación de una torre de enfriamiento.

Este representa uno de los mayores volúmenes de agua usada en el proceso de fabricación de azúcar, debido fundamentalmente a la baja eficiencia de los condensadores barométricos en la transferencia de energía y puede ser reciclada empleando algún sistema de enfriamiento para mantener una diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del condensador. En este circuito hay pérdidas asociadas a la evaporación y al arrastre producido en el proceso. Por lo tanto sería necesario enfriar el agua ya que la temperatura en los circuitos se aumentará a niveles inaceptables para su función en el proceso. Actualmente se usa enfriaderos con rociadores de agua, a los cuales se les debe dar un mantenimiento para poder asegurar una eficiencia alta.

Ya que es necesario enfriar el agua se podría colocar una torre de enfriamiento en la figura 3 y 4, balances de agua, se presenta la colocación de la torre de enfriamiento como parte central en la recirculación principal de aguas de tachos y meladores.

La tecnología de torres de enfriamiento es una tecnología tradicional utilizada extensivamente en industrias a través del mundo.

Las torres trabajan por vía de un enfriamiento de evaporación y para el caso de La Unión, se recomienda una torre en contra-corriente o transversal, es decir el agua a enfriar entra por arriba y el aire de enfriamiento por debajo de la torre, y en el caso de torres transversales el aire de enfriamiento entra lateralmente en la parte inferior de la torre. La torre está equipada con un relleno, normalmente de madera, para asegurar un contacto intenso y en una superficie extensiva entre el aire y el agua a enfriar.

El aire está aspirado a través del relleno de la torre con ventiladores instalados en la salida superior de aire de la torre. Preliminarmente se necesita una torre con una capacidad hidráulica de hasta 20,000 gpm que puede enfriar el agua de 43 a 28 °C.

Opción cinco

Control de las presiones de vacío en los evaporadores y tachos.

Para controlar las cantidades de agua, que se utilizan en evaporadores y tachos es necesario mantener las presiones de vacío en 24 y 24.5 pulg Hg.

Figura 3. Sistema de agua, situación actual

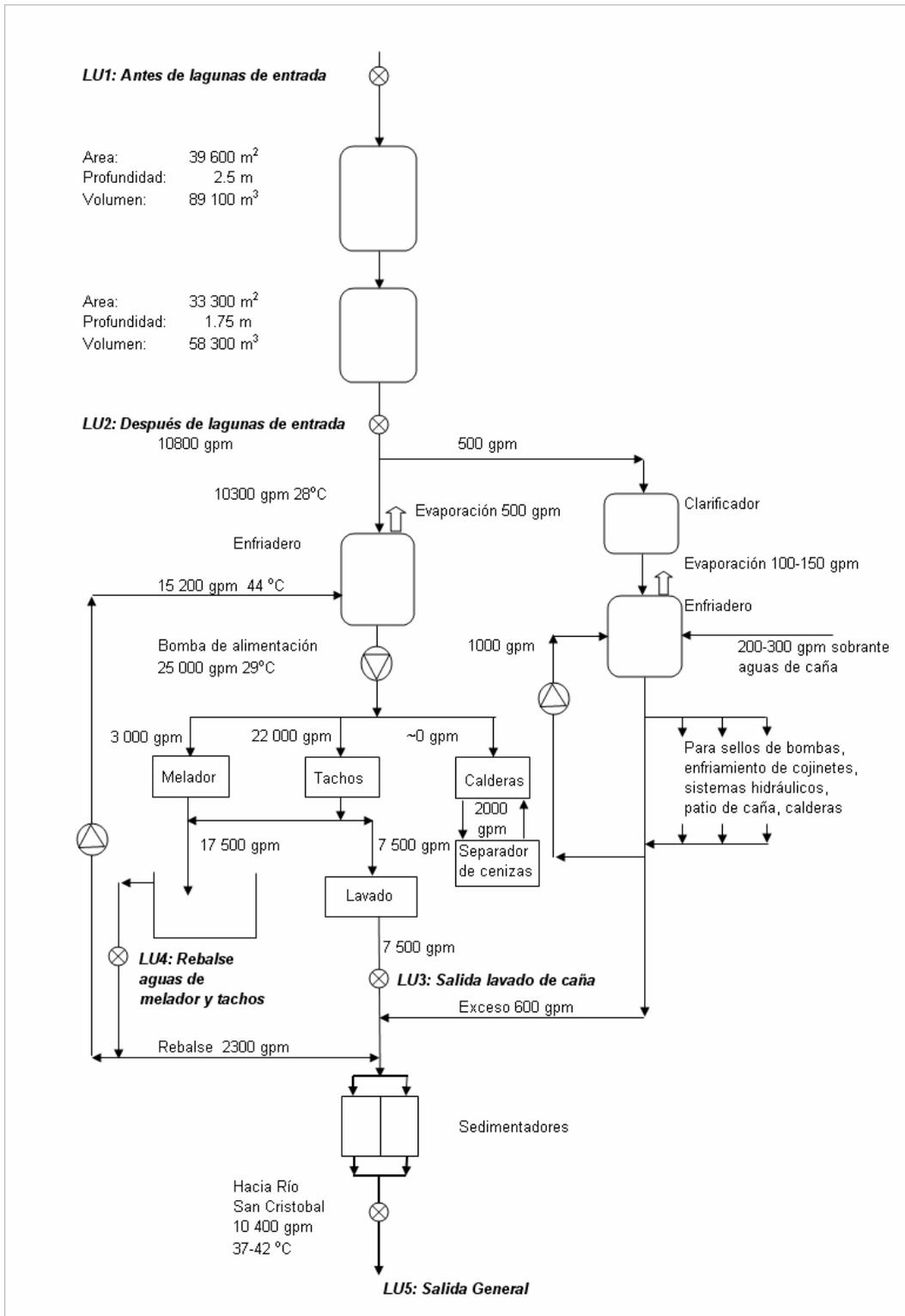
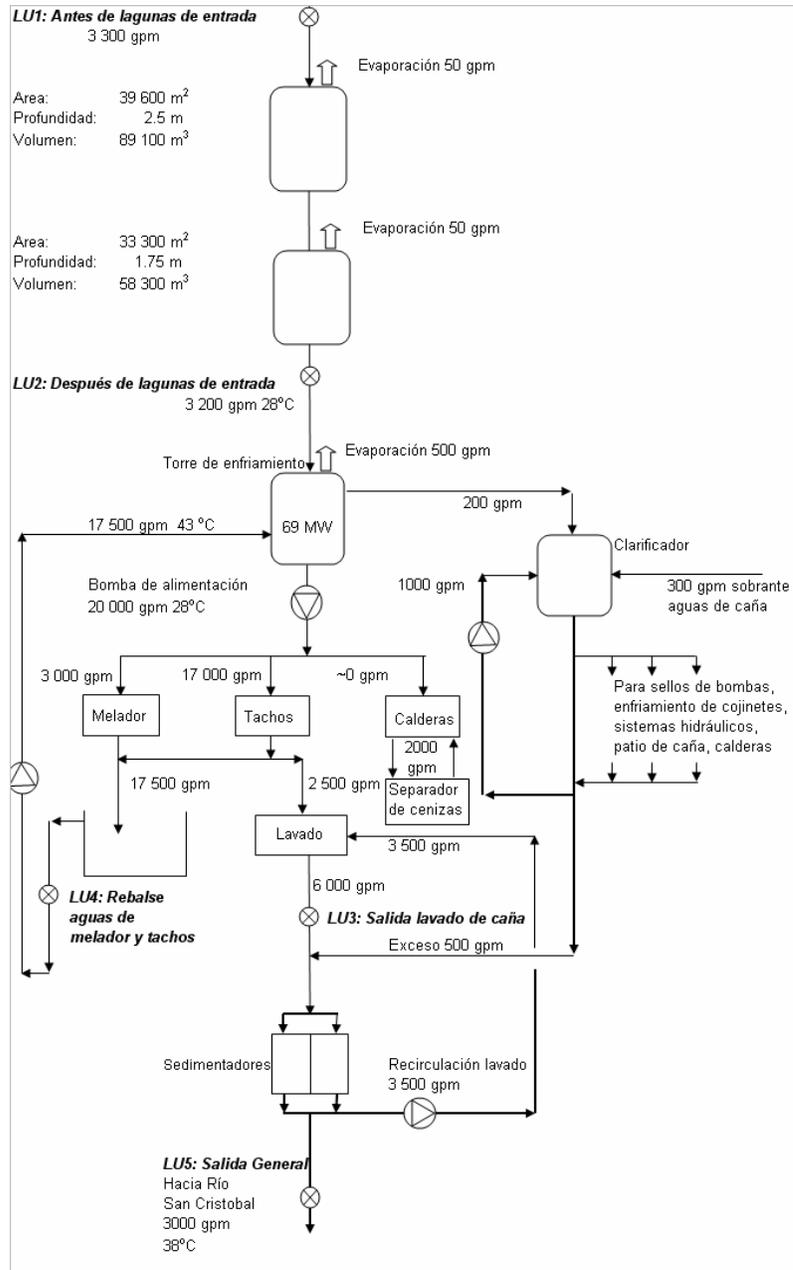


Figura 4. Sistema agua, sin recirculación con torre de enfriamiento



5.2 Opciones para optimizar energía

Debido a que es necesario reducir el impacto que produce el excesivo consumo de energía en el medio ambiente se presenta una serie de opciones.

Opción uno

Identificación de fugas y tuberías sin aislamiento en las diferentes líneas de vapor. En base a una recopilación de datos y monitoreo de la tubería sin aislante se calcula un estimado de 12,872 pie²

Tabla VI. Descripción del área sin aislamiento térmico

Área	Pies ²
Succión de bombas de agua condensada 60 tubo de 12"	188
Condensado de calentadores de placas de jugo crudo 120 de 8"	251
Jugo claro de blanco 220 de 8"	460
Jugo claro de crudo 120 de 8"	251
Jugo crudo de blanco 100 de 6"	157
Jugo crudo de crudo 300 de 8"	628
Bombas de transferencia y tuberías de 160 de 10" y 200 de 6"	718
6 fondos de evaporadores	1060
Tubería de condensado de primer efecto 80" 6"	282
Tubería de escape 300 de 6"	471
3 tanques de condensado de 1er y 2do. Efecto de 38" * 60"	120
Alcalizado de blanco varios de 6" * 150	225
Alcalizado de crudo 200 de 12"	625
Válvulas de vapor de calentadores de blanco 6 de 20"	150
Válvulas de vapor de evaporadores +/- 25 de 24"	625
Tubería de limpieza de evaporadores 150 de 4"	157
Drenaje de separadores de evaporadores 150 * 6"	225
5 fondos de tachos	1270
Clarificador de meladura tanque de reacción	900
Tubería de miel A blanco de 100 de 6"	157
Tubería de miel A de crudo de 200 de 6"	314
Tubería de miel A blanco de 180 de 6"	235
Tubería de miel A de crudo de 180 de 6"	235
Tanquería de mieles 12*12*80	3168

b) Opción dos

Optimización de la energía eléctrica utilizada.

En el ámbito de la optimización de energía eléctrica se presenta en la tabla No. VI una serie de medidas técnicas para la optimización así como el impacto que estas pueden tener al implementarlas dentro del ingenio.

Tabla VII. Lista de medidas técnicas de mejoramiento de la eficiencia energética

Área de Implementación	Medida	Costos de Realización	Impacto
Transformadores	Análisis de perdidas en hierro y cobre. Estimar un 1% de perdida de transformadores	Medio/Bajo	
Iluminación	Revisar el sistema actual de iluminación Lámpara fluorescente compacta, lámparas de sodio compactas, canoas reflectoras y balastros electrónicos. Reducción de iluminación en áreas no necesarias. Utilización de luz natural en los techos. Comandos de iluminación individuales	Alto/medio	Alto
Aires acondicionados	Analizar el dimensionamiento adecuado. Verificar su horario de funcionamiento. Verificar la factibilidad de estabilizar la temperatura ambiente a un nivel levemente mas bajo	Alto / Medio	Alto
Aire Comprimido	Revisar instalación de sistema: puntos de toma de aire, sistemas de recuperación de calor, etc. Revisar operación: minimizar perdidas de presión, minimizar perdidas por vaciamientos, minimizar cantidad de agua en red de distribución	Medio/Bajo	Alto
Otros procesos productivos	Mejorar aislamiento térmico, Desconexión de equipos en horarios innecesarios	Alto / Medio	Alto
	Optimizar los niveles de temperatura usados Cambio de procesos productivos por otros más eficientes	Alto / Medio	Alto

c) Opción tres

Control de las pérdidas de vapor a la atmósfera así como un buen ajuste de las válvulas de seguridad.

Se debe tener una calibración de las válvulas de seguridad de acuerdo a la presión de operación de los equipos.

Instalación de trampas de vapor en las líneas principales de vapor, para reducir pérdidas por válvulas abiertas.

5.3 Opciones para optimizar materia prima e insumos

5.3.1 Caña y Jugo

a) Opción uno

Disminuir las pérdidas de caña en el muestreo de laboratorio y en las mesas de lavado

En el muestreo de caña que se efectúa en el área de core sampler los camiones que llegan al ingenio con grandes cantidades de caña sobrepasadas de la altura del camión (copete) y pasan a muestreo se atorán debido a que estos topan con la base del core sampler y dejan tirada la caña. Debido a que la cantidad de caña de este copete es aproximadamente 5 toneladas, no es factible el reducirla ya que existirían costos más altos a lo largo de la zafra. Una opción factible sería el aumentar la altura de la base del core sampler.

En el volteo de caña a las mesas de lavado existen pérdidas por la forma en que se hace dicho volteo, una forma de reducir las pérdidas sería el hacer un malacate doble, para que el volteo sea completo de esta forma se reduciría la caña tirada que se tiene por hacer solo un volteo.

b) Opción dos

Disminuir los derrames de jugos azucarados, mieles que se producen como consecuencia de desajustes de prensa-estopas, salideros o rebosos.

Debido a que ocurren pérdidas de jugo clarificado en la estación de filtros Eriez. Esto se debe a irregularidades en el flujo de jugo que se envía desde el área de molinos. Es decir, que cuando aumenta el flujo de jugo hacia los clarificadores, se producen revolturas que hacen que éstos no clarifiquen adecuadamente, por lo cual el jugo que se envía al tanque de jugo claro arrastra cachaza y esto ocasiona que las mallas de los filtros se tapen. Otra causa que contribuye a estas pérdidas, es una distribución inadecuada de carga de jugo a los filtros cuando ocurre un aumento de flujo de jugo.

Las irregularidades en el flujo enviado desde molinos que ocasionan problemas de nivel alto del jugo en el tanque de alcalizado de la línea de crudo, causa que el bombeo de jugo alcalizado hacia el tanque flash sea mayor, por lo cual es difícil controlar el nivel de operación normal de éste y el jugo se derrame.

En el área de las fajas que conducen el azúcar que viene de centrifugas al área de envasado algunas veces; ocurren derrames por lo que se podría colocar recibidores debajo de dichas fajas, para que cuando existan estos tipos de derrame sea más fácil el manejo o bien el mejorar los sistemas de sellado.

5.3.2 Cachaza

c) Opción tres

Colocar un indicador de nivel en el cachazón.

Existen derrames de cachaza del cachazón, los cuales se deben a la falta de indicadores de nivel en dicho tanque. Esto ocasiona dificultades a los operadores para visualizar a tiempo el nivel del mismo y bombear en el momento adecuado. También se han observado derrames desde la tolva que carga cachaza al camión para luego ser llevada al campo, esto se podría resolver utilizando la cachaza que queda en el suelo, para la elaboración de compost que pueda ser utilizado en áreas jardinizadas del ingenio.

5.3.3 Productos químicos.

a) Opción uno

Automatización del sistema de aplicación de soda cáustica utilizada en el proceso de limpieza de evaporadores y calentadores, por medio de la colocación de sensores de y concentración de los tanques de soda usada. Así como la reparación de las válvulas de las tuberías de soda.

b) Opción dos

Capacitación para el manejo adecuado de productos químicos, así como control del consumo, calibración y mantenimiento adecuado de las bombas que transfieren los productos químicos.

5.3.4 Grasas y aceites.

a) Opción uno

Construcción de trampas de grasa debajo del área de motores y el manejo adecuado de la grasa que se cambia en el área de cristalizadores.

Debido a que si existen derrames de grasa y aceites del área de molinos en el área de chumaceras y el área de motores, y que luego son descargadas junto con el agua, por esta razón se estima construir trampas de aceites y grasas que puedan permitir la recuperación de las grasas y aceites que se emplean en los sistemas de lubricación de los molinos y otras áreas, para destinarlos posteriormente a incineración en las calderas.

5.4 Opciones de mejoramiento de condiciones laborales y seguridad industrial.

a) Opción uno

Señalización e identificación de tuberías

La señalización de seguridad tiene por objeto atraer de manera rápida y clara la atención hacia objetos o situaciones que entrañan riesgos que pueden ser fuente de peligro.

En el ingenio se maneja la señalización de tuberías por medio del código de color, pero hay algunas que se encuentran sin identificar.

b) Opción dos

Construcción de andamios y mejora de los existentes en el área de las cúpulas de evaporadores y válvulas de atmósfera.

Es necesaria la reparación de los andamios existentes y de la colocación de andamios en el área de las válvulas de atmósfera de evaporadores, que son lugares un poco inaccesibles, pero de gran necesidad para la operación en dicha área.

c) Opción tres

Capacitación permanente del personal sobre condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales y salud ocupacional. Entrenamiento en técnicas de producción, métodos de almacenamiento: uso adecuado de equipos.

Implementar programas de enfocados a BPM, 5 s, etc.

6. PLAN DE MEJORA CONTINUA

El objetivo de la mejora continua es liderar el proceso de transformación cultural que estandarice: las prácticas operativas, los sistemas, los procesos estructuras que lleven a la excelencia operativa.

Dentro del entrenamiento específico que deben recibir los operarios se cuentan la capacitación en los siguientes aspectos operacionales:

- Manejo de equipos
- Buenas Prácticas de Manufactura etc.

Uso de métodos alternativos

Es vital que los empleados sepan porque se les exige una forma de trabajo y que se espera de ellos. La experiencia de los empleados es vital. Normalmente los empleados antiguos comprenden el proceso muy bien, y los errores que resulten en la generación de residuos son pocos e infrecuentes.

- Uso de incentivos al personal (no solamente de tipo monetario). Los empleados se comprometen más con la aplicación de medidas de prevención si saben que obtendrán algún beneficio.
- Desarrollo de manuales de operación y procedimientos (partiendo desde listas de chequeo o figuras de llamado de atención para los operarios, hasta el manual mismo para el personal profesional) con el fin de clarificar y/o modificar operaciones de proceso para hacerlas más eficientes y controlar pérdidas. En general, éste punto es la principal falencia dentro de la industria.

Tratar de mantener un stock mínimo de materiales, sobretodo si éste es perecible, para evitar pérdidas innecesarias. Usar las materias primas en la cantidad exacta para cada trabajo. Evitar tráfico excesivo en las zonas de almacenamiento y producción.

Optimizar los programas de producción y manutención preventiva de los equipos con el fin de evitar accidentes, escapes y derrames o falla de los equipos (chequeo y revisión de bombas, válvulas, empaques, tanques de

retención, filtros, equipo de seguridad). Verificar periódicamente que las partes y piezas de los equipos se encuentran en buen estado muchas veces pueden atribuirse a prácticas deficientes de operación y mantenimiento.

A continuación se presenta una lista de medidas organizacionales de mejoramiento de la eficiencia

Tabla VIII. Lista de medidas organizacionales para el mejoramiento de eficiencia

Área de Implementación	Medida	Costos de Realización	Impacto
Políticas ambientales y de eficiencia	Definir y difundir políticas, programas y lineamientos estratégicos en B.P.O	Bajo	Alto
Estructura y funciones dentro de la organización	Capacitación de grupos Promoción de liderazgo (formal, informal, potencial), Creación de círculo ambiente-agua-energía	Medio / Bajo	Alto
Modificación de hábitos de consumo	Horarios de aseo Corte de iluminación en ciertas áreas y horarios, Sistema de turnos	Alto / Medio	Medio
Cultura Organizacional	Elaborar estrategia de cambio cultural hacia la eficiencia ambiental Capacitación	Medio / Bajo	Alto
Creación de redes de soporte externo en temas ambientales	Elaboración de proyectos ambientales	Medio / Bajo	Medio
Comunicación	Proveedores de maquinaria eficiente Realizar reuniones o publicaciones informativa	Medio / Bajo	Alto

CONCLUSIONES

1. Los aspectos ambientales asociados a las actividades productivas de las empresas, como son el consumo de recursos y energía, la emisión de productos que impactan el medio ambiente (agua, aire, residuos) y el manejo de sustancias peligrosas que pueden representar un riesgo para los trabajadores y un impacto actual o potencial al medio ambiente, son identificados para posteriormente establecer metas y objetivos de reducción de los mismos aplicando una estrategia de prevención. El desarrollo de acciones, programas y proyectos para dar cumplimiento a dichos objetivos y metas, se lleva a cabo analizando las herramientas y programas existentes en la empresa.
2. Las medidas recomendadas para el ahorro de agua y energía están encaminadas a fomentar a los empleados el buen uso de los recursos. También se pretende hacer mejoras tecnológicas de los accesorios para el consumo de agua como la instalación de una torre de enfriamiento que venga a beneficiar los problemas que ahora se tienen por el uso inadecuado de los recursos.
3. Es necesaria la concientización sobre la prevención del impacto ambiental producido y una primera capacitación sobre cómo estructurar un programa de Buenas Prácticas de Operación y lograr los beneficios tanto ambientales como económicos que esto conlleva.

RECOMENDACIONES

1. El ingenio debe de buscar la mejora de sus procesos productivos, sobre todo ante los retos que representa la globalización y los inminentes Tratados de Libre Comercio, con otros países mayormente industrializados y competitivos. Herramientas como el BPO, pueden ser un camino para lograrlo.
2. Se debe de incrementar el nivel de capacitación del recurso humano, que labora en las diferentes áreas, relacionándolos con temas ambientales para proporcionarles así herramientas innovadoras de gestión ambiental, que les permitirían conocer las bondades de la producción más limpia
3. A través de los diagnósticos elaborados se ha provisto de recomendaciones puntuales sobre los aspectos ambientales mas importantes sobre los que se deben empezar a trabajar para mejorar su desempeño ambiental y reducir costos. Igualmente, se ha comunicado la legislación y normatividad que la empresa debe cumplir para minimizar los impactos ambientales derivados de sus operaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 D. Huisingh 'Cleaner technologies through process modifications, materials substitutions and ecologically based ethical values' en Industry and Environment [1989]

- 2 Manual de Auditoria en Producción Limpia. Secretaría Ejecutiva de Producción Limpia. Ministerio de Economía. Chile. 1998. "Productos Limpios".

- 3 Política de Fomento a la Producción Limpia. Versión final aprobada por el Comité interministerial de Desarrollo Productivo. Chile. 30 de septiembre de 1997.

- 4 Revista Ambiente y Desarrollo. Vol. XVIII N° 1, Marzo 2002.