

***Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez
Facultad de Ingeniería Mecánica***



***Título: "Evaluación de Producción Más Limpia en la obtención del almidón
de maíz en la Empresa Glucosa Cienfuegos."***

***Tesis en opción al nivel académico de Máster en
Producción Más Limpia***

***Autor: Ing. Jaime García Zamora
Tutor: Dr. Eduardo Julio López Bastida
Consultante: Dr. Yovany Llody García.***

***2012
"Año 54 de la Revolución"***

Universidad de Cienfuegos
Empresa Glucosa Cienfuegos

Hago constar que el presente trabajo fue realizado por la Universidad de Cienfuegos de conjunto con la Empresa Glucosa Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios de postgrado con mención de maestría en Producciones Más Limpias, autorizando a que el mismo sea utilizado por dichos centros con los fines que estime conveniente: tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de los mismos.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según el acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener en cuenta un trabajo de esta envergadura, refiriendo la temática señalada.

Información Científico-Técnica
Nombre Apellidos y Firma

Computación
Nombre Apellidos y Firma

Firma del Tutor

Pensamiento.

“Utilícese toda la ciencia necesaria para un desarrollo sostenido sin contaminación. Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre”.

Fidel Castro Ruz, 12 de junio 1992

Dedicatoria:

A mis padres por darme la oportunidad de vivir y mostrarme el camino correcto.

A mi esposa por la paciencia en este periodo decisivo.

A mi hijo por ser el mejor regalo que me dio la vida.

Agradecimientos:

A mi tutor, por sus ideas, su ayuda y sobre todo por su confianza en que este trabajo llegara a feliz término.

A mi esposa, hijo y familia por su apoyo en todo momento.

A mis compañeros de estudio por su ayuda incondicional.

A Richard, Yosbany y Miry por su ayuda en esta investigación.

A todos los que de alguna manera me han ayudado y alentado en el desarrollo de este trabajo, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

El presente trabajo titulado "Evaluación de Producción Más Limpia en la obtención del almidón de maíz en la Empresa Glucosa Cienfuegos", tiene como objetivo realizar una evaluación de los problemas ambientales y la generación de residuos que afectan el proceso en las etapas integrales de separación, secado y empaque del almidón. Para la realización de esta investigación se aplicó la metodología de evaluación propuesta por el PNUMA, para lo que fue necesario apoyarse en técnicas de recopilación de documentos y datos, métodos de análisis de procesos, tormentas de ideas y mediciones reales. Como resultado de esta investigación se identificaron las oportunidades de producciones más limpias que incluyen la aplicación de buenas prácticas operativas, así como la propuesta de cambios tecnológicos para el uso eficiente del agua, la energía, las materias primas y la recuperación de subproductos, lo cual genera un efecto económico de 257,722 MP anuales por concepto de ahorro y una valoración de los residuos en el orden de los 94,861 MP anuales con una disminución de la carga contaminante.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	4
1.1 Producción Más Limpias. Fundamentos generales.	4
1.1.1 Evaluación del enfrentamiento a los problemas ambientales y empresariales.....	4
1.1.2 Conceptos de producciones más limpia (P+L).	8
1.1.3 Interrelación de las (P+L) con otros instrumentos de la gestión ambiental.	13
1.1.4 Importancia de las (P+L).....	16
1.1.5 Metodologías de (P+L)..	20
1.2 (P+L) en el proceso de obtención del almidón de maíz y sus derivados.	25
1.2.1 Almidón y sus características generales.	26
1.2.2 Subproductos y sus características.	27
1.2.3 (P+L) en los procesos de separación y refinación de almidón.	27
1.2.4 (P+L) en los procesos de desaguado y secado de almidón.	30
1.2.5 (P+L) en los procesos de empaque y almacenamiento de almidón... ..	33
1.2.6 Otras tendencias actuales.	35
Conclusiones Parciales.	37
CAPÍTULO II: MATERIALES Y METODOS.	38
2.1 Aspectos Socioeconómicos de la Empresa Glucosa Cienfuegos.....	38
2.1.1 Generalidades..	38
2.1.2 Planeamientos Estratégicos.....	40
2.1.3 Aspectos productivos.	41
2.1.4 Indicadores económicos.	42
2.1.5 Situación ambiental de la Empresa Glucosa Cienfuegos.....	44
2.1.5.1 Antecedentes..	44
2.1.5.2 Situación ambiental actual.	45
2.2 Descripción del Objeto de Estudio.	48
2.3 Metodología para la Evaluación de Producciones más Limpias (EP+L).....	62
2.3.1 Planeamiento y Organización	62
2.3.1.1 Obtener el compromiso de la dirección	62

2.3.1.2 Involucrar a los empleados... ..	63
2.3.1.3 Organizar el equipo de EP+L	63
2.3.1.4 Identificar obstáculos y soluciones para la EP+L como un proceso....	63
2.3.1.5 Decidir el enfoque de la EP+ L	63
2.3.2 Evaluación en planta... ..	64
2.3.2.1 Colectar información básica... ..	64
2.3.2.1.1 Diagrama de flujo de proceso... ..	64
2.3.2.2 Reconocimiento de la planta... ..	65
2.3.2.2.1 Elaboración de la matriz DAFO del proceso estudiado.	65
2.3.2.3 Confeccionar los balances de masa y energía	66
2.3.2.4 Caracterización del proceso	67
2.3.2.4.1 Confeccionar los diagramas de entrada y salida... ..	68
2.3.2.4.2 Confeccionar los Mapas de Consumo.	68
2.3.2.5 Priorización de opciones.	69
2.3.2.6 Diagnóstico de causas.... ..	69
2.3.2.7 Generación de opciones de P+L.	69
2.3.3 Estudio de factibilidad.... ..	70
2.3.3.1 Evaluación técnica, económica y ambiental.	70
2.3.3.2 Seleccionar opciones de P+L.... ..	71
2.3.4 Fase de implementación.	71
2.3.4.1 Definir el plan de acción de P+L.... ..	71
Conclusiones Parciales.	72
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..	73
3.0 Evaluación de P+L en la planta de producción de almidón... ..	73
3.1 Planificación y organización.	73
3.1.1 Obtención del compromiso de la dirección... ..	73
3.1.2 Involucrar a los empleados.	73
3.1.3 Organizar un equipo de producciones más Limpias.... ..	73
3.1.4 Identificar obstáculos y soluciones a la EP+L como un proceso.... ..	74
3.1.5 Decidir el enfoque de la evaluación de producción más Limpia.	75
3.2 Evaluación en planta... ..	75

3.2.1	Colectar información básica..	75
3.2.1.1	Diagrama de flujo de proceso....	75
3.2.2	Reconocimiento de planta..	77
3.2.2.1	Elaboración de la matriz DAFO.	79
3.2.3	Balance de materiales y energía.	80
3.2.3.1	Balance del consumo de materias primas en el proceso..	81
3.2.3.2	Balance del consumo de agua en el proceso...	81
3.2.3.3	Balance del consumo de energía eléctrica en el proceso...	84
3.2.3.4	Balance del consumo de fuel oil en el proceso....	86
3.2.3.5	Balance del Producto Final...	89
3.2.3.6	Balance de los residuales líquidos generados..	90
3.2.3.7	Balance de los Residuos sólidos generados...	91
3.2.4	Confección de los diagramas de entradas y salidas...	91
3.2.5	Confección de los mapas de consumo.	93
3.2.6	Priorización de opciones.....	94
3.2.7	Diagnostico de causa.....	95
3.2.8	Generar opciones de P+L..	95
3.2.8.1	Buenas prácticas operativas.	95
3.2.8.2	Gestión y práctica del personal.	96
3.2.8.3	Modificación de la tecnología...	96
3.3	Análisis de factibilidad.	97
3.3.1	Evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de P+L que lo requieren.....	97
3.4	Aplicación..	102
3.4.1	Plan de mejora de producción más Limpia.....	102
	Conclusiones parciales.	104
	CONCLUSIONES GENERALES...	106
	RECOMENDACIONES.	107
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se habla mucho sobre el cuidado del medio ambiente y es que es de gran importancia por la influencia que éste tiene sobre el desarrollo económico, la calidad de vida y salud de la población. La creciente sensibilidad y conciencia ecológica de la opinión pública ha contribuido a que la protección ambiental constituya uno de los objetivos prioritarios de la sociedad actual.

El cumplimiento de este objetivo representa un gran reto que supone la mejora de la calidad de vida y la salud de la población, por medio del desarrollo sostenible sin perjuicio del avance competitivo de la economía, así como la creación de empleo, aspectos a los que la política ambiental debe contribuir.

Las últimas décadas han estado marcadas por una preocupación creciente por el entorno en que vivimos por parte de todos los estratos de la sociedad y es por ello, que las empresas se han visto obligadas a cambiar su visión sobre los métodos productivos y amoldarse a las nuevas tendencias de los consumidores.

En el caso de la industria, el concepto de desarrollo sostenible debe traducirse en el compromiso de fijar y lograr metas de funcionamiento que reduzcan las emisiones de sustancias nocivas, así como en el compromiso de aceptación de su responsabilidad sobre los productos que fabrican.

Partiendo de esto comienzan a surgir las herramientas medioambientales las cuales han ido introduciendo una nueva forma para la solución de los problemas ambientales a través de la prevención de la contaminación y la reducción de los residuos y emisiones en el mismo lugar donde se generan “antes del tubo”. La producción más limpia constituye un renovador paso, cuyas exigencias permiten alcanzar mejores resultados integrales en la empresa actual. Puesto que la producción más limpia es la aplicación continua de una estrategia económica, ambiental y tecnológica integrada a los procesos y productos, con la finalidad de mejorar la eficiencia en el uso de materias primas, agua y energía por medio de la no generación, minimización o reciclaje de residuos generados en el proceso productivo; permitiendo integrar los objetivos ambientales a los procesos de producción para reducir los residuos y las emisiones en cantidad y peligrosidad.

En este ámbito es una prioridad de Cuba en materia de Medio Ambiente lograr impactos significativos en la protección y rehabilitación del entorno, con enfoque de gestión eco sistémico, multisectorial y con la participación oportuna y efectiva de las entidades en las soluciones que demandan la problemática ambiental, dirigido a alcanzar las metas del desarrollo sostenible y la mejora constante de la calidad de vida de la población y aunque el país no dispone de todos los recursos materiales necesarios para solucionar parte de los problemas ambientales existentes, aplicando algunos de los aspectos que contemplan las producciones más limpias, se pueden alcanzar resultados satisfactorios que beneficiarían tanto a la sociedad como al sector empresarial.

La Empresa Glucosa de Cienfuegos está generando impactos potenciales de sus actividades, productos y servicios sobre el Medio Ambiente, en particular por la alta carga contaminante de sus aguas residuales y la contaminación atmosférica con malos olores y los gases de combustión de su planta energética, revelando un pobre desempeño ambiental en el mejoramiento y mantenimiento de la calidad del Medio Ambiente y la protección de la salud humana, a la vez que no cumple con los requisitos legales y de otros tipos establecidos en la Legislación Ambiental de Cuba.

Por lo antes señalado se decide realizar un estudio basado en el concepto de producción más limpia para detectar la mayoría de los problemas tecnológicos y operacionales que conllevan a grandes daños al medio ambiente que le rodea. El proyecto de la investigación se enmarcará en la etapa de separación, refinación y secado de almidón.

El problema científico que se plantea, la hipótesis y los objetivos son los siguientes:

Problema Científico: Problema Tecnológico y de malas prácticas que provocan un mal desempeño ambiental y una baja eficiencia en la obtención de almidón de maíz.

Hipótesis: ¿Es posible mejorar el desempeño general de esta etapa aplicando una Evaluación De Producciones Más Limpia y demostrar que la Empresa se beneficiaría ambiental y económicamente logrando una producción con más calidad, menor generación de residuos, mayor ahorro de portadores energéticos y materias primas así como un pago de la inversión a corto plazo con la sustitución de equipamiento?

Objetivo general de la investigación: Realizar una Evaluación de Producciones Más Limpias al proceso de obtención de almidón de maíz en la Empresa Glucosa Cienfuegos y proponer acciones que permitan mejorar el desempeño económico y ambiental de la misma.

Objetivos específicos:

- Realizar un estudio documental que permita identificar las tendencias tecnológicas en los procesos integrales de separación, secado y empaque del almidón.
- Aplicación de una Evaluación de Producciones Más Limpias en la etapa objeto de estudio.
- Identificar los puntos rojos en la generación de residuos y la ineficiencia del proceso.
- Demostrar la implantación de P.M.L. con el uso de buenas prácticas operativas y el cambio de nuevas tecnologías.
- Proponer el plan de acciones para mejorar el desempeño de las etapas.

Con vistas a alcanzar los objetivos planteados para la investigación, el trabajo se encuentra estructurado en tres capítulos, conclusiones generales y recomendaciones.

En el **Capítulo I** se realiza un estudio documental sobre el tema de las Producciones más Limpias, en el cual se considera la evaluación y aplicación de las mismas a los procesos de la industria alimentaria, se describe además de forma general los principales aspectos de los procesos productivos para la obtención de almidón.

En el **Capítulo II** se describen de forma general los aspectos socioeconómicos de la Empresa Glucosa Cienfuegos y en específico las características de la sección de separación, refinación y secado de almidón. Se propone además una metodología que permite realizar una Evaluación de las Producciones Más Limpias del proceso estudiado, de acuerdo a las características del mismo.

En el **Capítulo III** se analizan los resultados de la Evaluación de Producciones más Limpias efectuada al proceso objeto de estudio y se propone un plan de acción con las oportunidades para mejorar el desempeño ambiental y económico del mismo.

Capítulo I Revisión bibliográfica.

1.1 Producción más limpia. Fundamentos generales.

1.1.1 Evolución del enfrentamiento a los problemas ambientales y empresariales.

Todos los procesos de la vida se caracterizan por los cambios continuos que en ellos ocurren por lo que la ciencia y la tecnología no escapan de esto. En la medida en que los cambios han tenido lugar en las esferas socio-económico, políticas y culturales, también han ocurrido en la estrategia de la atención a la problemática ambiental.

Las presiones de la actividad humana sobre el medio ambiente han sido el resultado de las relaciones que el hombre ha establecido con la naturaleza para satisfacer sus necesidades y aspiraciones. Con el desarrollo y evolución de la sociedad a partir del siglo XX esas presiones aumentaron por los avances tecnológicos, el incremento de la productividad, los cambios en la organización y relaciones sociales y como consecuencia de esto comenzaron a ponerse en evidencias los impactos negativos de los procesos productivos sobre el medio ambiente. Todos estos cambios sustanciales en las relaciones entre los conceptos de desarrollo industrial y protección ambiental considerados antagónicos tiempo atrás han pasado a otro nivel donde la preocupación por la lucha contra la contaminación ambiental y su integración con el factor económico cobra una mayor importancia (Ayes, 2006).

Es habitual que empresarios y ciudadanos asocien la discusión sobre procesos de mejoras en la calidad ambiental con el concepto de gasto, tanto en relación con las tecnologías duras como con los costos asociados al cumplimiento de la normativa ambiental. Sin embargo, existen herramientas de gestión ambiental que plantean oportunidades de mejora, reducción de costos y aumento de productividad, con la aplicación de buenas prácticas de gestión que insumen mínimas inversiones en el proceso de producción, reduciendo riesgos, tanto para la salud como para el ambiente (García, 2008).

“Existen cuatro formas distintas de gestionar la tecnología para enfrentar el problema ambiental, referidas en orden de creciente interés (Rigola, 1998).

- Remediación de los daños ambientales producidos. Este es el modelo menos deseable porque introduce la tecnología para solucionar los daños ambientales causados, en lugar de evitarlos. Pueden citarse como ejemplos la rehabilitación de explotaciones mineras y la limpieza de suelos contaminados por sustancias tóxicas.
- Tratamiento de contaminantes al final del proceso. La tecnología se aplica después de la etapa final del proceso de fabricación para evitar la transferencia de la contaminación al medio exterior, pero no evita su generación. Este es el caso de una planta de depuración de aguas residuales o de la incineración de residuos orgánicos.
- Prevención de la contaminación en el origen. Dentro de este concepto se pueden incluir la producción más limpia o la valoración de subproductos.
- Aplicación de sistemas ecológicamente sostenibles. Su aplicación debe ir precedida por el desarrollo de los sistemas e incluye medidas de estímulo de la innovación de nuevos productos y procesos que utilicen al máximo los recursos y no produzcan más impacto residual que el asimilable por el eco ambiente. Constituye el reto para el futuro más inmediato.

En la actualidad aún existe una gran tendencia a resolver los problemas ambientales mediante tratamiento de los contaminantes después del proceso de producción. Esta solución evita intervenir en el proceso industrial en funcionamiento, pero siempre encarece el costo de la producción. Es una respuesta de tipo conservador, en general relacionada con la ausencia de un enfoque proactivo. Desde hace muchos años, ha habido voces que indicaban la necesidad de dedicar una atención preferente a la preservación de la conservación en su punto de generación.”(Rigola, 1998).

“La primera reacción a los impactos ambientales estuvo muy centrada en la regulación a través de mecanismos de comando y control, con una atención particular al control de estos, producidos por la contaminación de los suelos, las aguas o la atmósfera. La tecnología avanzaba en ese sentido, con sistemas de control «al final del tubo», daba por sentada la generación de contaminantes y centraban los esfuerzos en la mitigación de los impactos negativos a través del tratamiento de los residuales.(Serrano, 2006).

En los años sesentas y setentas, inicialmente en los Estados Unidos de América, se desarrolla el concepto de «prevención de la contaminación», ya que en la mayoría de los casos la generación de residuos era simplemente un resultado de procesos de producción ineficientes y una gestión dirigida a reducir la contaminación desde la «fuente», que representaba entonces, beneficios ambientales y económicos(Serrano, 2006).

Ya a finales de los ochentas se tiene lugar una reacción de las políticas y estrategias ambientales que prevalecían, con la aparición de herramientas de gestión ambiental, llamadas de «adscripción voluntaria», las cuales suponen un cambio en el enfoque para afrontar la problemática ambiental(Serrano, 2006).

A principios de los ´90, las agencias ambientales en los Estados Unidos y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de la basura industrial y la contaminación podría ser mejorado, animando a instalaciones industriales a aplicar políticas preventivas de mayor impacto, como los tratamientos de efluentes y residuos. Varios estudios habían demostrado que en las compañías relevadas, los procesos si se hubieran manejado con más eficiencia, hubieran comenzado con la reducción de la contaminación, tiempo atrás(Serrano, 2006).

Los investigadores descubrieron que podrían ayudar a casi cualquier compañía a reducir los costos productivos con un análisis sistemático de las fuentes. Esto es conocido como ir “encima del tubo” (over of pipe), en contraposición a los tratamientos de al “final de tubo” (end of pipe), es decir antes de la descarga al ambiente. Intervenir en los procesos de producción, mejora las operaciones de compra, y en última instancia implica el diseño de los productos mismos. Pero esto requiere un equipo de producción, de administración y de especialistas ambientales(Serrano, 2006).

Estos cambios continúan en la década de los noventas, que aunque se siguen empleando los métodos de control y regulación, se aumenta el enfoque en las cuestiones preventivas. Los cambios se van moviendo entonces del «final del tubo», a la propia concepción de los procesos productivos(Serrano, 2006).

El ámbito de la innovación se orientó al desarrollo de tecnologías que fueran capaces de generar impactos ambientales cada vez menores. Esto implicaba el desarrollo e introducción de innovaciones radicales, capaces de transformar los procesos productivos y los productos para minimizar el impacto ambiental”(Serrano, 2006).

Todo lo antes expuesto puede verse reflejado en la figura 1.1

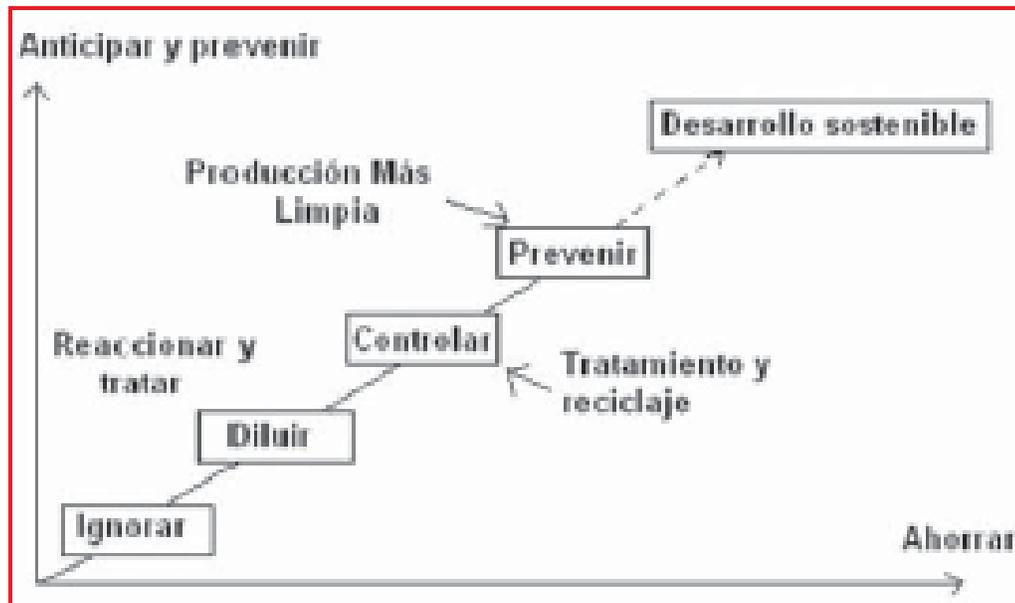


Figura 1.1. Estrategias que han prevalecido para abordar la solución a la contaminación(Serrano, 2006).

“Con la implementación de PML se busca pasar de un proceso ineficiente de control de la contaminación “al final del tubo”, a un proceso eficiente de prevención de la contaminación desde su punto de origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía a lo largo del proceso industrial. Se previene la contaminación al sustituir las materias primas que contengan una alta carga contaminante, y al crear los soportes administrativos que permitan manejar integralmente los residuos(Alvarado, 2009).

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción, como se demuestra en la figura 1. 2, dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos (la reducción y el reciclaje/ reutilización) y los de control (tratamiento y disposición final).

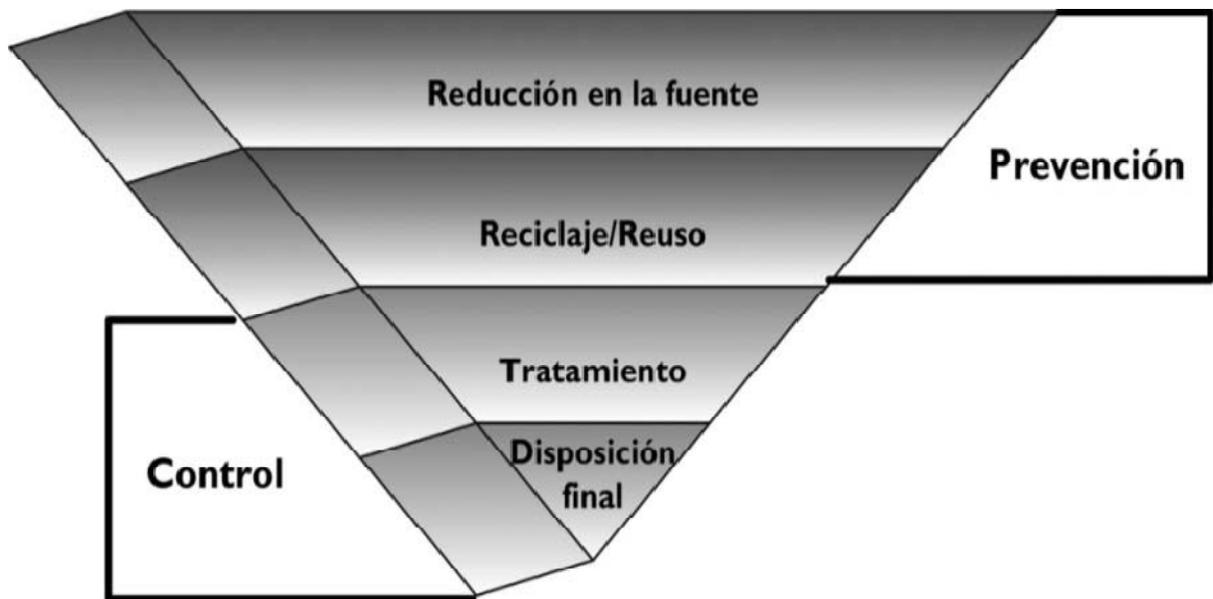


Fig. 1. 2 Esquema de los niveles de reducción de contaminación ONUDI, 1999 (Alvarado, 2009).

Como se puede apreciar en la actualidad se tiende a la modificación y desarrollo de nuevos procesos industriales que reduzcan la contaminación y la recuperación de agua, energía, hoy la armonización entre la competitividad y la protección ambiental es una condición necesaria para la expansión industrial.

1.1.2- Conceptos de producciones más limpias.

“El concepto de producción más limpia fue lanzado por vez primera en el año 1989 por el PNUMA quien ha actuado como su promotor y ha incidido en la divulgación de la información relacionada con este tema. Este concepto expresa lo siguiente “La forma de producir que requiere, conceptualmente y en el procedimiento para llevarla a cabo, sean consideradas todas las fases del ciclo de vida de un producto o de un proceso con el objetivo de prevenir o minimizar el riesgo, a corto y largo plazo, para los humanos y el medio ambiente.”(Serrano, 2006).

A partir de 1994, el PNUMA, en asociación con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), estableció el programa Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML), teniendo en mira el incentivo de la creación de centros homólogos especialmente en los países en desarrollo. En este programa la ONUDI actúa como agencia ejecutiva, administrando los recursos financieros y

suministrando orientación técnica en los procesos industriales abordados por los centros y el PNUMA queda con la responsabilidad de la difusión de conceptos, desarrollo de estrategias, herramientas, políticas y disponibilidad de materiales sobre PML(Masera, 2004).

Esta definición (Peláez, 2008)ha experimentado algunas modificaciones. En un seminario organizado por el PNUMA en Oxford en 1996 se definía como:

“La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada de los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eco eficiencia y reducir el riesgo para los humanos.”

La P + L (Pino Alvarez, 2008)se aplica a:

- Los procesos de producción: conserva las materias primas y la energía, elimina materias tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
- Los productos: reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto hasta su disposición final.
- Los servicios: incorpora la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios.

En 1998 el PNUMA lanza la Declaración internacional de PML, con el fin de reforzar el reconocimiento y el apoyo general en la adopción de procedimientos de PML a modo de estrategias de gestión ambiental preventiva en el ámbito de la industria.La cual reconoce que la consecución del desarrollo sostenible es una responsabilidad colectiva y que las actividades encaminadas a proteger el medio ambiente han de contemplar la adopción de prácticas de producción y consumo sostenibles. Se considera además que la PML y otras estrategias preventivas, tales como la Ecoeficiencia, la Productividad Ecológica y la Prevención de la Contaminación, son las opciones adecuadas a estos fines(Pino Alvarez , 2008).

Existen muchas definiciones de Producción más Limpia (P+L), sin embargo, una de las más reconocidas, es la que establece que “es una estrategia empresarial que permite al sector productivo ser más rentable y competitivo, a través de los ahorros generados por

el uso eficiente de materias primas y recursos naturales, y reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; lo cual permite evitar sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales y obtener mayores beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias. De esta forma, la experiencia internacional ha demostrado que la P+L es efectiva desde el punto de vista económico y coherente desde el punto de vista ambiental, por lo tanto, las técnicas de P+L pueden aplicarse a cualquier proceso de producción, y contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de producción.

“La Producción Más Limpia describe un acercamiento preventivo a la gestión ambiental. No es ni una definición legal ni científica que se pueda diseccionar, analizar o someter a disputas teóricas. Es un amplio término que abarca lo que algunos países/instituciones llaman: ecoeficiencia, minimización de residuos, prevención de la contaminación, o productividad verde(CNPMLTA, 2009).

La Producción Más Limpia se refiere a la mentalidad de cómo los bienes y servicios deben ser producidos con las mínimas bajo los actuales límites tecnológicos y económicos(CNPMLTA, 2009).

La Producción Más Limpia no niega el crecimiento, insiste simplemente en que este crecimiento sea ecológicamente sostenible. No debe ser considerada solamente como una estrategia ambiental, ya que también está relacionada con las consideraciones económicas(CNPMLTA, 2009).

En este contexto, los residuos son considerados como “productos” con valor económico negativo. Cada acción que se realice con el fin de reducir el consumo de materias primas y energía, y para prevenir o reducir la generación de residuos, puede aumentar la productividad y traer ventajas financieras a la empresa(CNPMLTA, 2009)

La Producción Más Limpia es una estrategia de “gana-gana”. Protege el medioambiente, el consumidor y el trabajador mientras que mejora la eficiencia industrial, los beneficios y la competitividad(CNPMLTA, 2009).

La diferencia clave entre el control de la contaminación y la producción más limpia está basada en el tiempo. El control de la contaminación es acercamiento después del evento, “reaccione y trate”. La producción más limpia es una filosofía de mirar hacia delante, “anticipe y prevenga”(CNPMLTA, 2009).

Cuba no se encuentra exenta de todo esto y en la actualidad es signataria de la Declaración Internacional de PML al igual que un importante número de países organizaciones empresariales e instituciones de todo el mundo(Álvarez Baldoquín, 2009).

En Cuba, donde los profundos cambios económicos y sociales han estado acompañados de una labor encaminada a la incorporación de la dimensión ambiental en todos los ámbitos de la sociedad y donde se insiste en la interrelación economía – sociedad-medio ambiente, la aplicación del concepto de producción más limpia se ha identificado como una opción que permite, sin dudas, incrementar la eficiencia, la competitividad y minimizar la contaminación(Álvarez Baldoquín, 2009).

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo (Suarez, 2007) que constituye la adecuación de la Agenda 21, dedica el capítulo 18 a la Producción más Limpia y define como sus objetivos los siguientes:

- Elevar la eficiencia en el uso de los recursos, considerando entre ellos el aumento de la reutilización y el reciclado de los desechos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de desechos por unidad de producción.
- Fortalecer el concepto de la administración responsable en la gestión ambiental y uso de los recursos por la empresa.

La PML (López Bastida, 2003)es:

- El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción-consumo-recursos secundarios, de manera que el impacto sobre el funcionamiento del medio ambiente sea mínimo.

- La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.

El énfasis principal es claro. Al igual que la prevención durante el proceso manufacturero, también es importante el tomar un enfoque del ciclo de vida para los productos en sí. Además de lograr un nivel más bajo de contaminación y de riesgos ambientales, la *producción más limpia* es, con frecuencia, una buena propuesta de negocios. El uso más eficiente de los materiales y la optimización de los procesos dan como resultado menos desechos y costos operativos más bajos. Por lo general, existe un aumento en la productividad de los trabajadores, con menos tiempo perdido por enfermedad y accidentes. Para procesos nuevos, tales procedimientos se encuentran ya incluidos en los equipos, pero aún para plantas viejas, con frecuencia existe un incentivo económico para modificar o cambiar el proceso existente”

“Las Producciones más Limpias son un proceso sistemático enfocado a la eliminación de desperdicios en la producción de bienes o servicios, incluyendo la reducción y, eventualmente, la eliminación de los desperdicios en el origen, más que el tratamiento de los residuos al final del proceso de producción”(Serrano, 2006).

“La Producción Más Limpia está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización”(Rivera, 2002), (Ochoa, 2007), (Martínez, 2005).

En este trabajo se toma como partida el concepto de Producciones más Limpias establecido por el PNUMA. Ya que refleja la aplicación de prácticas de Producción Más Limpia que conduce al logro de una producción de bienes y servicios con el óptimo uso de los recursos naturales y materiales bajo los actuales límites tecnológicos y económicos. Además se aborda la contaminación ambiental de una forma preventiva concentrando la atención en los procesos los productos y los servicios y el uso eficiente de las materias primas y los insumos con el objetivo de promover mejoras que permitan reducir o eliminar los residuos antes de que se generen.

1.1.3 Interrelación de las PML con otros instrumentos de la gestión ambiental.

Las PML son parte de la respuesta a una creciente responsabilidad por el futuro. Sin ser suficiente para resolver toda la problemática ambiental, ha demostrado la posibilidad de compaginar los intereses económicos y los ecoambientales, participando esencialmente como una herramienta administrativa en la optimización de procesos y la minimización de los residuos en su origen. Todo esto le ha permitido su relación y desarrollo con otros conceptos e instrumentos de gestión ambiental como por ejemplo la ecoeficiencia, el ecodiseño, la ecología industrial etc.(Rigola, 1998).

El aseguramiento de la sostenibilidad ambiental constituye una de las metas del milenio establecidas por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2000 a cuyo cumplimiento hacen una importante contribución todos estos conceptos, porque aunque establecen diferente grado de prioridad a la eficiencia ambiental y la económica, en esencia persiguen objetivos comunes: conservar los recursos naturales, proteger el medio ambiente e incrementar la eficiencia económica(Serrano, 2006).

Los enfoques de PML y eco eficiencia a pesar de ser conceptos integradores a veces tienden a ser percibidos como ambientalistas, en cambio ambos instrumentos son opciones no solo de mejoras ambientales sino que intervienen en el ahorro de costos a través del uso más eficiente de materia prima, energía y agua minimizando la generación de residuos. La ecoeficiencia establece una unión entre economía y medio ambiente(Colectivo de autores, 2009).

Concepto de ecoeficiencia (Colectivo de autores, 1992) dado por (World Business Council forSustainableDevelopment:

“Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al mismo tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga del planeta”.

Ecoeficiencia es un término creado por el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible (Business Council forSustainableDevelopment – BCSD, luego World – WBCSD) para designar la eficiencia en el empleo de los recursos, que se alcanza

mediante la reducción paulatina del consumo de las materias primas no renovables y la energía, el desarrollo de procedimientos ecológica y económicamente eficientes, la minimización de la contaminación del agua, el suelo y el aire y la optimización de la prevención de riesgos(Rigola , 1998).

Al referirse a aspectos empresariales, el WBCSD postula que ecoeficiencia se alcanza suministrando, a precios competitivos, bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas y contribuyen a la calidad de vida, al mismo tiempo que se reducen progresivamente los impactos ecológicos y la intensidad de los recursos usados durante el ciclo de vida, hasta un nivel que como mínimo se alinee con la capacidad de soporte estimada para la tierra. Los criterios del WBCSD para valorar la ecoeficiencia son:

- Minimizar la intensidad material de bienes y servicios.
- Minimizar la intensidad energética de bienes y servicios.
- Minimizar la dispersión de tóxicos.
- Intensificar el reciclado de los materiales.
- Maximizar el uso de energías renovables.
- Alargar la durabilidad del producto.
- Aumentar la intensidad de servicio de los bienes y servicios.

Las políticas ecoeficientes(López Bastida, 2007)son la única respuesta acertada en la producción y los servicios, y deben comprender toda una serie de principios, actores y herramientas que conlleven a integrar tres objetivos básicos:

- Crecimiento económico
- Equidad social
- Compatibilidad ecológica

Ecodiseño:Es una técnica que considera los aspectos ambientales en todas las etapas del proceso de desarrollo de los productos y servicios, en aras de que estos tengan el mínimo impacto ambiental posible a lo largo de todo su ciclo de vida. En el proceso de ecodiseño la dimensión ambiental se toma en cuenta como un factor más a la hora de

tomar decisiones; ha partido del hecho de que si se ignora el aspecto ambiental, la calidad del diseño no puede considerarse satisfactoria(Rigola, 1998).

El ecodiseño (Serrano, 2006)persigue alcanzar objetivos tales como:

- Utilizar los recursos (agua, energía, materiales) de manera más eficiente.
- Evitar riesgos potenciales para la salud al utilizar materiales seguros.
- Elegir materiales que no provengan de ecosistemas vulnerables o muy importados.
- Mejorar la logística del transporte en cada fase del ciclo de vida del producto o servicio.
- Optimizar la vida de un producto o servicio.
- Evitar la contaminación y la generación de residuos.

Para ello se basa en la hoy conocida filosofía de las«6 R»:

- Repensar en el producto y sus funciones.
- Reducir el consumo de materiales y energía en todo el ciclo de vida.
- Reemplazar sustancias ambientalmente peligrosas con otras más amigables.
- Reciclar los materiales.
- Rehusar los productos o partes de ellos.
- Reparar fácilmente los productos.

El ecodiseño (Lopez Bastida, 2003)son acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa de diseño mediante:

- La mejora de su función.
- Selección de materiales menos impactantes.
- Aplicación de procesos de producción alternativos.
- Mejora en el transporte y en el envase.
- En el uso.
- Minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento.

1.1.4 Importancia de las PML.

“La PML vista como optimización de procesos es mucho más abarcadora que la minimización de residuos y que la prevención ambiental porque a diferencias de estas, se persigue una optimización integral del proceso que se consolida en un beneficio ambiental y económico. Este beneficio puede, además, dar como resultado una reducción de los riesgos, peligros y responsabilidades, igualmente de interés para la empresa pero que son a veces de difícil valoración económica.

Tanto a efectos de la economía como del aspecto ambiental, cuando el producto se consigue después de varias etapas intermedias la ineficiencia de cualquier etapa anterior se multiplica por las ineficiencias de las etapas posteriores. Al analizar el proceso desde el inicio del consumo de materia prima y todas sus etapas, la PML tiene la ventaja de buscar la optimización completa del proceso y no solo aquellas etapas que originan residuos.

Por todo ello, las mejoras promovidas por la PML pueden requerir realizar cambios en las materias de partidas, en las variables controladas o en las etapas del proceso; cambios en los equipos, sus componentes o los materiales con que se han construido, así como en la forma de uso, y cambios en la organización, el control de la fabricación u otros aspectos de la gestión”.(Rigola, 1998).

Es importante destacar que la filosofía del proceso de producción más limpia está sobre todo relacionada con la reducción al máximo de la generación de residuos a lo largo de toda la cadena de producción. Sin embargo, no existe una producción limpia como tal, la generación de residuos es inherente a cualquier proceso productivo. Lo que busca el proceso es evitar una generación excesiva de residuos, dado que por un lado es considerada una pérdida económica como producto del mal aprovechamiento de los recursos e insumos empleados, y por el otro, los residuos son contaminantes y afectan a la salud y al ambiente, por lo que su reducción permite prevenir impactos ambientales negativos. Por ende, el enfoque de la producción más limpia, trata de reducir de manera continua la generación de residuos y contaminantes en cada etapa del ciclo de vida(Colectivo de autores, 2009).

Tabla 1.1. Producción más limpia (Colectivo de autores, 2009).

<p>Para los procesos</p>	<p>Conservación de materia y energía. Eliminación del uso de materias primas tóxicas. Reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos antes de que salgan del proceso.</p>
<p>Para los productos</p>	<p>Reducción de los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la extracción de materia prima hasta se disposición.</p>
<p>La producción más limpia reduce los riesgos para:</p>	<p>Los trabajadores. La comunidad. Los consumidores de productos. Las futuras generaciones.</p>
<p>La producción más limpia reduce los costos de:</p>	<p>Producción. Tratamiento al final del proceso (end of pipe o “al final del tubo”). Servicios de salud. Recomposición del ambiente.</p>
<p>La producción más limpia mejora:</p>	<p>La eficiencia de los procesos La calidad del producto. Incluso cuando los costos de inversión son altos, el periodo de recuperación de la inversión puede ser corto</p>

Producir limpio es: (CNPMLTA, 2009).

- Reducir el volumen de residuos que se generan.
- Ahorrar recursos y materias primas.
- Ahorrar costos de tratamiento.
- Modernizar la estructura productiva.
- Innovar en tecnología.
- Mejorar la competitividad de las empresas.

La P+L ofrece una ventaja inmediata al conseguir beneficios simultáneamente para ambos objetivos: ambiental y económico, facilitando la total incorporación del sistema de gestión ambiental dentro del sistema general de gestión(CET, 2003).

Los beneficios para las empresas que implementan prácticas de Producción Más Limpia(CET, 2003)incluyen:

- Mejoras en la productividad y la rentabilidad: los cambios a efectuarse en la producción conllevan a un aumento en la rentabilidad, debido a un mejor aprovechamiento de los recursos y a una mayor eficiencia en los procesos.
- Mejoras en el desempeño ambiental: un mejor uso de los recursos reduce la generación de residuos, los cuales pueden, en algunos casos, reciclarse, reutilizarse o recuperarse.
- Mejoras en la imagen: por ser amigables con el medio ambiente.
- Mejoras en el entorno laboral: contribuye a la seguridad industrial, higiene, relaciones laborales, motivación, etc.
- Adelantarse a gestiones futuras inevitables: a corto o mediano plazo, las empresas deberán adecuarse a la reglamentación ambiental. Ante esta realidad, es preferible ser parte de la gestión del cambio antes de que se imponga por la reglamentación o por las exigencias del mercado, tomando en cuenta que los recursos son limitados.

Tabla 1.2. Las estrategias de PML debidamente implementadas causan:(CET, 2003).

Siempre	Reducen las responsabilidades a largo plazo que las empresas pudiesen enfrentar luego de muchos años de estar generando contaminación.
Usualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementan la rentabilidad. • Reducen los costos de producción. • Aumentan la productividad. • Generan una rápida recuperación de capital sobre cualquier inversión que haya sido necesaria. • Aumentan la competitividad y por ende el mercado de un producto. • Conllevan un uso más eficiente de la energía y la materia prima. • Mejoran la calidad del producto. • Aumentan la motivación del personal. • Motivan la participación activa del trabajador quien aporta ideas y contribuye en su implementación. • Reducen los riesgos del consumidor. • Reducen el riesgo de accidentes ambientales. • Son apoyadas por los empleados, las comunidades locales, clientes y el público en general.
A menudo	<ul style="list-style-type: none"> • Evitan los costos por incumplimiento de las leyes. • Disminuyen el costo de los seguros. • Hacen más factible recibir financiamiento de instituciones financieras y otros prestamistas. • Son rápidas y fáciles de implementar. • Requieren una mínima inversión de capital.

1.1.5 METODOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

Existen en la literatura consultada varias metodologías en relación a cómo aplicar la evaluación de producciones más limpias en empresas de producción y servicios.

Metodología de Producciones más Limpias (PML) implementada en el Programa de Producción más Limpia (P+L) (GTZ, 2007) consta de cuatro fases fundamentales tal y como se aprecia en la figura 1.3.

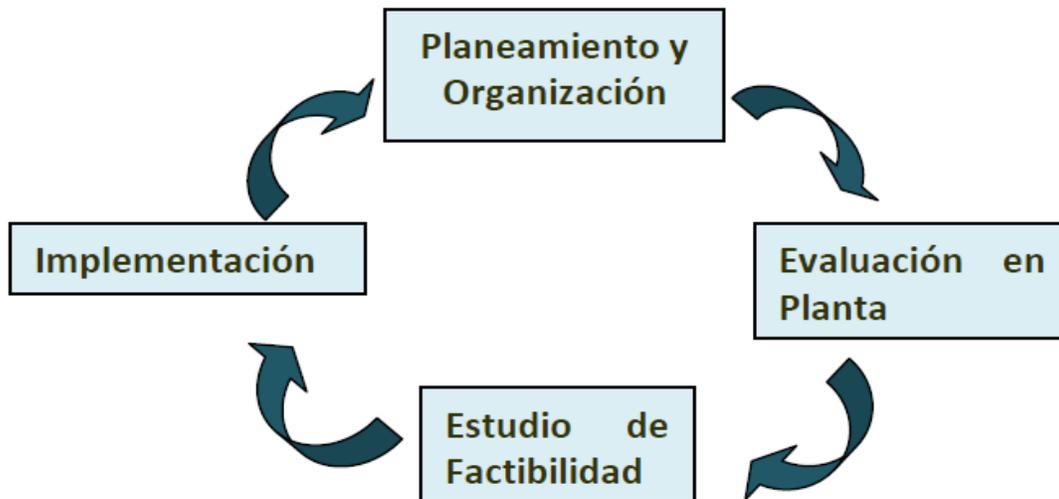


Figura 1. 3. Etapas para la Implementación de P+L. (ONUDI, 1999).

Fase I “Planeación y organización”

- Obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la empresa.
- Organizar el equipo de P+L.
- Definir claramente las metas del Programa de P+L en la empresa.
- Identificar obstáculos y soluciones para el Programa de P+L.
- Capacitar a mandos intermedios y operarios.

Fase II “Evaluación en planta”

- Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción.
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

Fase III “Estudio de factibilidad”

- Evaluación técnica, económica y ambiental.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

Fase IV “Implementación”

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto.
- Ejecutar las medidas recomendadas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas.

Metodología de Producción Más Limpia (PML) descrita por Ochoa y expuesta en el módulo de la maestría, consta de cinco fases fundamentales tal y como se aprecia en la figura 1.4:

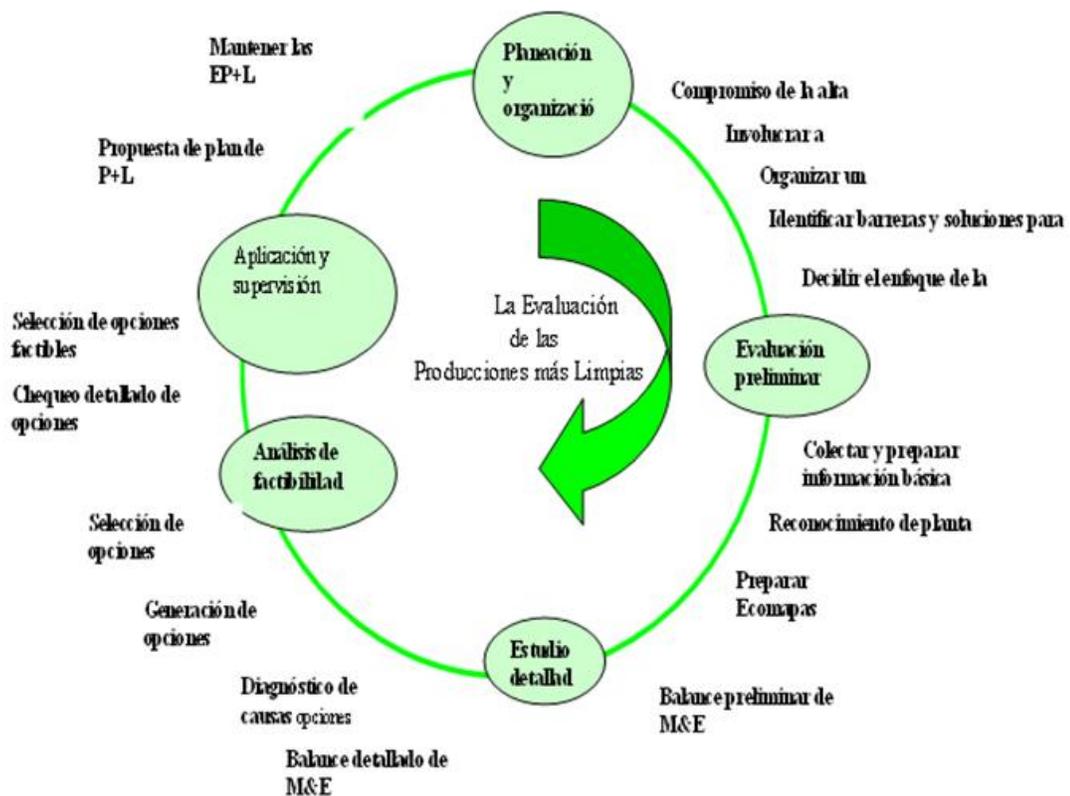


Figura 1.4. Etapas de implementación de PML(Ochoa, 2007).

Pasos del método genérico de la EP+L

Fase I “Planeamiento y organización”

- Obtener el compromiso de la dirección superior
- Involucrar a los empleados
- Organizar un equipo de Producciones más Limpias
- Identificar los impedimentos y soluciones a la EP+L como un proceso
- Decidir el enfoque de la EP+L.

Fase II “Evaluación preliminar”

- Colectar y preparar la información básica.
- Conducir los reconocimientos de la planta
- Ejecutar el balance preliminar de materiales y energía.
- Preparar un Eco-mapa

Fase III “Estudio detallado”

- Elementos del Balance Detallado de M&E:
- Recolección y validación de datos
- Balances de masa
- Confección de los Mapas Cuantitativos de Consumo.
- Diagnóstico de causas.
- Generación de opciones.
- Selección de opciones más obvias.

Fase IV “Análisis de factibilidad”

- Chequeo detallado de opciones.
- La evaluación técnica.
- Evaluación medioambiental
- Aspectos de seguridad
- La evaluación económica
- Selección de Opciones Factibles

Fase V “Aplicación y Supervisión”

- Plan de aplicación de las Producciones más Limpias
- Sostener en el tiempo la Evaluación de las Producciones más Limpias

Metodología de Producción Más Limpia (PML), descrita por Rigola, consta de siete etapas fundamentales como se aprecia:

Etapas I. Preparación de la evaluación.

- Compromiso de la alta dirección y manifestación expresa de su soporte a la evaluación.
- Definición de los objetivos final y parcial.
- Organización del equipo auditor.

Etapas II. Revisión de la documentación del proceso.

- Revisión de las etapas y unidades de proceso, diagramas de proceso incluyendo los tratamientos de corrientes residuales.
- Identificar las entradas de materias primas, agua y energía.
- Identificar las salidas del proceso.
- Identificar los destinos finales.
- Determinar los niveles iniciales de recirculación interna, de reciclado externo y de reutilización.
- Identificar las corrientes con materiales peligrosos.

Etapas III. Verificar la información sobre el terreno.

- Realizar una inspección visual sobre el terreno.
- Revisar datos y completar con datos reales.

Etapas IV. Análisis de balance y rendimiento del proceso.

- Completar los balances de materia y energía.
- Evaluar la eficacia en el uso de materias y energía.
- Hacer análisis de energía y ajuste termodinámico (pinch).
- Investigar el potencial de segregación de las corrientes.

Etapa V. Identificación de oportunidades y evaluación técnica.

- Identificar las opciones más obvias.
- Identificar otras corrientes con problemas.
- Desarrollar alternativas a largo plazo.

Etapa VI. Evaluación económica.

- Determinar los costes actuales y anticipar los futuros.
- Realizar estudios de viabilidad.
- Determinar prioridades de ejecución.

Etapa VII. Plan de acción

- Preparar un informe con conclusiones
- Diseñar un plan de acción
- Obtener fondos
- Ejecutar las opciones y verificar los resultados.

Metodología de Producción Más Limpia (PML) (Orcés, 2003) aplicada a una empresa alimenticia, consta de tres fases fundamentales.

Fase I: Planeación y organización.

- Obtener el compromiso de la dirección
- Organizar el equipo del proyecto de PML
- Definir metas en cada uno de los aspectos ambientales

Fase II: Diagnóstico Inicial.

- Definir el enfoque del diagnóstico
- Evaluación de entradas y salidas
- Desarrollar diagramas de flujo de las actividades operativas

Fase III: Evaluación.

- Efectuar balance de materiales
- Evaluar las causas de las ineficiencias.
- Generar opciones de PML
- Seleccionar opciones de PML

Como se puede apreciar todas estas metodologías de PML difieren de las cantidades de etapas o fases en la que se realizan los estudios, algunas sintetizan más las etapas y en una sola fase encierran varios pasos que en otras metodologías se hacen más extensivas dándole un plazo mayor, pero en resumen todas van encaminadas a un mismo fin. En este trabajo aplicaremos la metodología descrita por el PNUMA ya que es la que más se adapta a las condiciones del objeto de estudio.

Esta metodología permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias.

1.2 Producciones Más Limpias en el proceso de obtención del almidón de maíz y sus derivados.

La Fábrica de Glucosa objeto de estudio de este trabajo es única en el país por lo que es muy importante su integración a todos estos procesos de PML en la Industria Alimentaria.

Esta tesis de maestría tiene como objetivo analizar el proceso de obtención del almidón y los subproductos a partir del maíz como materia prima fundamental, donde intervienen varias etapas desde que el grano entra en la fábrica. Pero en este trabajo nos referiremos solamente a los procesos de separación y refinación así como al desaguado y secado en el primero separamos el almidón y la proteína con un posterior lavado para obtener una lechada de almidón con el mínimo de impurezas y en el segundo se desagua esta lechada y se seca el almidón teniendo como producto final un almidón seco y purificado el cual es empacado y almacenado para ser comercializado con diferentes usos. Por lo tanto haremos un esbozo de según la literatura como se aplican las Producciones Más Limpias en estos procesos que conllevan las siguientes operaciones unitarias. Como se aprecian en la fig. 1,5.

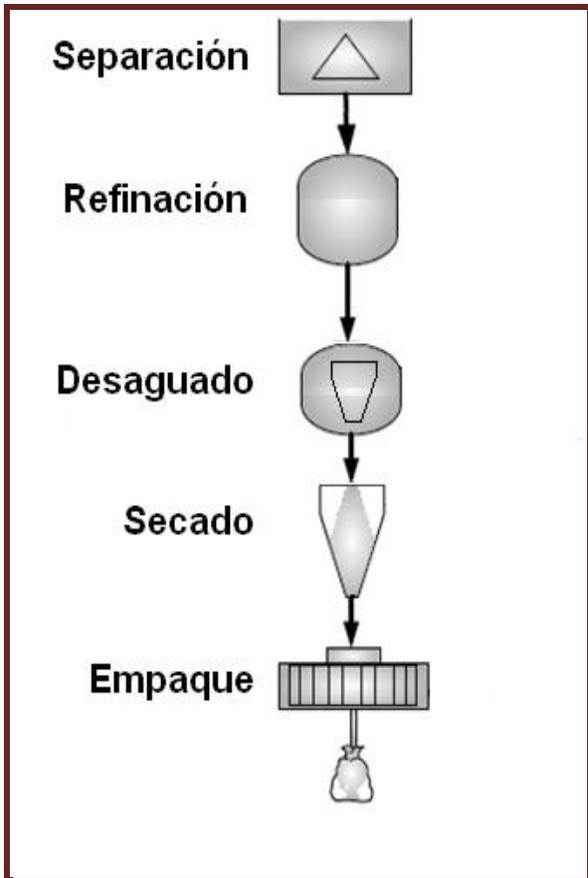


Figura 1.5. Etapas para la obtención del almidón después de lavada la fibra.

1.2.1. Almidón características generales(Giménez, 2010). El grano de maíz se transforma en alimentos y productos industriales útiles mediante dos procedimientos: la molienda en seco y la molienda húmeda. Con la primera se extraen, como productos primarios, sémolas y harinas corrientes y finas. La segunda produce almidón y otros útiles productos derivados.

La mayor parte de la producción de maíz de los países desarrollados como los Estados Unidos, se procesa mediante molienda húmeda para obtener almidón y otros subproductos valiosos, como gluten y piensos. El almidón es materia prima de una amplia gama de productos alimentarios y no alimentarios. El almidón se utiliza industrialmente como tal y también para producir alcohol y edulcorantes alimentarios, ya sea por hidrólisis ácida o enzimática.

El almidón(Paredes, 1999) fig.1.6 es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas,constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual.



Figura 1.6. Almidón de maíz(Paredes, 1999).

Como podemos apreciar el almidón de maíz se obtiene de la industrialización del grano de maíz. En otros lugares es conocido como fécula de maíz y sus aplicaciones en la industria son muy variadas.

1.2.2. Subproductos. Características generales.

Como subproducto principal (Acuña, 2010) en la etapa de separación se encuentra la proteína (gluten meal). La harina de gluten de maíz es un concentrado con un porcentaje de proteína de alrededor del 60% y es una valiosa fuente de metionina utilizada para complementar otras harinas proteicas. Además, su alto contenido en xantofilas, lo hace muy valioso como elemento eficaz de pigmentación en alimentos para aves de corral.

1.2.3. Producciones Más Limpias en los procesos de Separación y Refinación de almidón.

A escala industrial(Trawinski, 1973) los procesos de fragmentación de una sustancia, ocurren en una suspensión en rotación, donde fuerzas centrífugas elevadas producen los efectos de separación por aumento del grado de sedimentación. Los equipos que se

emplean normalmente para este propósito, son las centrífugas con camisa maciza, y los hidrociclones.

El proceso de separación(Alfa _ Laval, 1980) tiene como principios básicos, el objeto de:

- Liberar de partículas sólidas a un líquido.
- Separar dos líquidos mutuamente insolubles de densidades distintas, extrayendo al mismo tiempo los productos sólidos.
- Separar y concentrar las partículas sólidas de un líquido.

Factores más importantes que influyen en la separación(A.B, 1980).

- Diferencia de pesos específicos.
- Tamaño de las partículas.
- Viscosidad.

Separación y Refinación: La “leche de almidón” contiene todas las proteínas disueltas (gluten). Las densidades del almidón y del gluten son diferentes, por lo que se separan por centrifugación. El almidón se diluye y se lava hasta que se eliminan todos los restos de proteína. Ver anexo A con el diagrama tecnológico de la sección.

Según la literatura consultada la tendencia actual en las fábricas de almidón en lo que respecta a las etapas de separación y refinación está dado en lograr un mayor rendimiento con la introducción de equipos más eficientes, con un ahorro importante en el consumo energético y principalmente en el ahorro de agua lo que es esencial para obtener buenos resultados. En comparación con la tecnología que se usa en Cuba observamos que en la obtención del almidón a partir del maíz en la fábrica de glucosa Cienfuegos única de su tipo en el país con una tecnología de los años 70, se mantiene en el área de separación-refinación máquinas centrifugas de descarga continua por boquillas, y a nivel internacional se mantiene en la etapa de separación máquinas centrifugas más modernas y con otros tipos de operaciones como son de descarga automática, discontinua. No siendo así en la etapa de refinación donde han sido sustituidas por hidrociclones.

Entre las ventajas y desventajas de las tecnologías usadas se puede apreciar que en el proceso de refinación con el uso de máquinas centrifugas esta separación ocurre dentro de la misma máquina la cual tiene que girar a una gran velocidad para que ocurra el fraccionamiento del fluido y al ves utilizar también una series de bombas para transportar el producto. En todas las separadoras centrifugas, el rotor gira a una velocidad muy elevada. En este giro se crean unas fuerza intensas que someten a la maquina a grandes esfuerzos. Por tanto es esencial que se sigan las instrucciones en relación con el montaje, manejo, revisión del rotor, así como las precauciones de seguridad. En particular recuérdese que el rotor es una unidad equilibrada, que se desequilibra, produciendo grandes vibraciones.(Hauke, 2006).

Con el uso de los hidrociclones se evitan todos estos problemas operacionales y se logra un mayor ahorro de agua, energía y de recursos en su mantenimiento, estos equipos intervienen en el proceso de refinación, aprovechando la energía que trae el fluido a tratar, esta energía se logra con unas bombas centrifugas encargadas de trasegar el producto.

Los hidrociclones(Hauke , 2006) pueden ser considerados como una centrífuga de camisa maciza, en la cual ésta permanece fija, mientras que la rotación de la suspensión es producida por lapropia alimentación al ciclón tangencialmente y a presión.

Como se puede apreciar en el hidrociclón ocurre la separación por las características técnicas de su construcción, y para estos existen diferentes fabricantes los cuales suministra equipos cada vez más eficientes que se adapten a las características propias de los procesos.

Los sistemas de hidrociclones(A.B, 1980)cuentan con las más moderna tecnología, lo que lo hace más eficiente en la refinación y lavado del almidón, se encuentran instalado en casi todas las plantas nuevas. Alfa Laval diseña y suministra los más modernos sistemas disponibles en el mercado. Ver fig. 1.7.



Figura 1.7. Sistema múltiple de hidrociclón(Hauke, 2006).

Estos procesos de separación y centrifugación son de vital importancia en la manufactura general de cualquier fábrica de almidón, ya que su correcto funcionamiento implicaría una mejora en la calidad y un mayor rendimiento del producto final, por lo que la eficiencia sería mucho mayor. Logrando mayores volúmenes de producción, especialmente en la etapa de separación, donde se fracciona el almidón y la proteína (gluten) y si no se logra una correcta separación parte del almidón se iría con la proteína o viceversa lo que sería perjudicial en cualquiera de los dos sentidos.

1.2.4. Producciones Más Limpias en los procesos de Desaguado y Secado de almidón.

El desaguado no es más que la deshidratación de la lechada de almidón refino a tratar hasta llevarla a ciertos niveles de baumé, recuperando el agua obtenida e incorporándola lo máximo posible al proceso para lograr un mayor ahorro. En cuanto al producto desaguado pasa al proceso de secado donde se lleva a un contenido de humedad final y así obtener una materia seca que cumpla con una serie de requisitos para su posterior almacenamiento.

Para todos estos procesos se utilizan diferentes equipos como son:

- Filtros al vacío.
- Centrifugas.
- Bombas de vacío y de filtrado.
- Mezcladores y tornillos de dosificación
- Ciclón.
- Válvulas rotativas.
- Ventiladores.
- Depuradores.
- Intercambiadores de calor.

Deshidratación y secado: El almidón refinado se deshidrata por centrifugación y se seca en secaderos neumáticos.

En cuanto a las tecnologías usadas en estos procesos a nivel nacional se usa el filtro rotatorio al vacío con todo su sistema auxiliar para la deshidratación y secador neumático con flujo de aire caliente para el proceso de secado. Ver anexo B con el diagrama tecnológico de la sección.

A nivel internacional (Contreras, 2009) se puede utilizar en la etapa de desaguado además de los filtros al vacío, concentradores del tipo centrifugo "PEELER" y en la etapa de secado se usan secadores tipo flash, rotativo y de spray.

Entre las ventajas y desventajas de las tecnologías en el sistema de desaguado y secado de almidón (Laval Group, 2008) tenemos que se recomienda el uso de dos filtros al vacío conectados en paralelo, con el fin de BY PASEAR uno cuando haya que limpiar la tela en el otro, cosa que no podemos hacer en la fábrica de glucosa ya que solo contamos con uno, esto se explica porque de inicio la fábrica fue concebida solamente para la producción de glucosa y el almidón era solo una pequeña alternativa de producción. También se puede constatar que a nivel internacional en la parte de desaguado se usan centrifugas horizontales tipo HOZHY las cuales generan una materia seca del 60 % un 5 % mayor que lo que se logra con los filtros. En ambos casos

es posible el lavado del almidón para librarlo de las proteínas solubles y se plantea que este lavado es más eficiente cuando se usan filtros al vacío.

En cuanto a la sección de secado(Quiminet, 2006)encontramos la tecnología de secado por aspersión que por definición, corresponde a la transformación de un fluido en un material sólido, atomizándolo en forma de gotas minúsculas en un medio de secado en caliente. El principio del secado por aspersión es la producción de un polvo seco por medio de la atomización de una emulsión en una corriente de aire caliente en una cámara de secado. El agua se evapora instantáneamente, permitiendo que el material activo presente en la emulsión, quede atrapado dentro de una película de material encapsulante. Una de las grandes ventajas de este proceso, además de su simplicidad, es que es apropiado para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto (5 a 30 segundos).

Los principales encapsulantes utilizados para este método son: carbohidratos (almidón y derivados, maltodextrinas, jarabes de maíz, ciclodextrinas, carboximetilcelulosa y derivados), gomas (arábica, mezquite, alginato de sodio); lípidos (ceras, parafinas, grasas) y proteínas (gelatina, proteína de soya, caseinatos, suero de leche, zeína). Estos encapsulantes deben tener la capacidad de proporcionar una emulsión estable durante el proceso de secado por aspersión y tener muy buenas propiedades de formación de película para proveer una capa que proteja al ingrediente activo de la oxidación.

El secado por aspersión consiste en cuatro etapas de proceso: la atomización del fluido para tenerlo asperjado, el contacto del producto rociado con el aire, su deshidratación y la separación del producto seco. El material a encapsular es homogenizado con el acarreador, la mezcla es alimentada al secador por aspersión y se atomiza por medio de una boquilla o disco, posteriormente se vierte en una máquina en la que son sometidos a un aumento de temperatura instantáneo que los transforma al tamaño deseado (entre 20 y 50 micras).



Figura. 1.8 Secador por atomización (Quiminet, 2006).

1.2.5. Producciones Más Limpias en los procesos de Empaque y Almacenamiento de almidón.

El producto ya seco pasa por una serie de equipos como son tamices, cernidores, para su clasificación y almacenaje en los silos, y de ahí de forma neumática (sopladores) o mecánica (tornillos sin fin) a las maquinas envasadoras donde se empaican en sacos con diferentes pesos, para posteriormente ser trasladados a los almacenes para su comercialización.

En la fábrica de glucosa se usa en este proceso un tamiz para la clasificación del almidón y un silo para el almacenamiento del mismo, en cuanto al sistema de empaque debido al deterioro de la maquina empacadora original la cual causa problemas en cuanto a la fiabilidad del empaque, se realizó una inversión y se adquirió una máquina de nacionalidad China, incorporando así nuestra tecnología a las tendencias actuales y logrando como ventajas la menor pérdida de producto por salideros y la automatización del área factor que se tiene muy en cuenta a nivel internacional para garantizar una mayor eficiencia del proceso.

Ejemplo de una etapa de separación, refinación, desaguado, secado y empaque de almidón(López, 2002).

Purificación y Concentración del Almidón



La lechada de almidón que viene de las centrifugas retiradoras de fibra, pasa posteriormente a una centrifuga de platos para su purificación (extracción de Proteínas, gomas y lodos) y de aquí a una batería de hidrociclones, donde la lechada de almidón alcanza la concentración adecuada, para pasar a la etapa posterior.

Deshidratación y Secado



La lechada de almidón concentrada, pasa a los deshidratadores centrífugos, donde la pasta de almidón resultante, alcanza los niveles de humedad adecuados para entrar al secador final tipo flash dyers, donde las partículas de almidón alcanzan la humedad requerida para su almacenamiento y empaque.

Almacenamiento y Empaque del almidón seco



El almidón seco se almacena transitoriamente en silo; después, pasa al equipo de clasificación y empaque, donde son retirados los grumos que se forman durante la operación de secado, y finalmente el almidón seco se empaca.

1.2.6.Otras tendencias actuales utilizadas en la fabricación de almidón.

El método de electro impulso (GRULL, 2010) es un nuevo método utilizado en la fabricación de almidón.

“En la obtención de los almidones a partir de materias primas vegetales, el almidón debe ser liberado de la matriz celular vegetal y se debe separar o bien aislar de otros constituyentes celulares. Por lo que desde el punto de vista tecnológico siempre aparecen impurezas en el almidón debido a proteínas, lípidos o (micro) fibras. Este tipo de impurezas puede causar problemas al utilizar productos derivados del almidón. Por ejemplo, debido a este tipo de impurezas se sabe que el almidón tiene una serie de desventajas en el sector de los alimentos o de los fármacos como son las relacionadas con el sabor, el color o de tipo alérgico. También se altera la calidad del papel, en particular el blanco del papel. También en el sector textil los almidones fabricados por la vía industrial, convencional presentan inconvenientes puesto que solamente se pueden filtrar de forma limitada.

El cometido de la presente invención consiste en disponer de un método aplicable en la industria, con el cual se puedan fabricar almidones muy puros, que se pueda emplear incluso en sectores de aplicación difíciles, que requieran un grado de impurezas mínimo en lípidos, proteínas, ADN, (micro) fibras, etc.

Este cometido se resuelve con ayuda de un método para fabricar almidones, productos o derivados biológicos que contienen almidón a partir de materias primas vegetales que contienen almidón, que se caracteriza por que la fabricación incluye el método del electroimpulso.

De acuerdo con la invención se ha demostrado que ya se ha podido aprovechar eficazmente en un separador primario una mejor capacidad separadora entre el almidón y la albúmina gracias al método del electroimpulso, puesto que la lechada de almidón presenta un contenido en albúmina considerablemente menor que los materiales de partida tratados con un método diferente al electroimpulso. Debido a esta mejor capacidad separadora de la albúmina se puede producir una calidad de la lechada natural de almidón claramente superior y por otro lado el contenido en albúmina de la fracción de gluten aumenta de forma significativa.

También se ha demostrado que, por ejemplo, mediante la modificación de la resistencia de la pared celular se logra una formación menor de fibras en la trituración o molienda de las materias primas, los almidones liberados pueden ser refinados más fácilmente en la instalación del hidrociclón y por ello el almidón tiene mayor pureza, en particular el almidón fino.

A lo que hay que añadir que a través del efecto inhibitor de los microorganismos conocidos del método del electroimpulso se consigue también una carga microbiológica reducida del material vegetal durante el proceso de fabricación. Por tanto se puede evitar o al menos reducir al mínimo la adición de biocidas y otros medios antimicrobianos, en particular una adición de SO₂. Mediante el empleo del método del electroimpulso en un proceso de fabricación de almidones se puede reducir claramente la carga microbiológica de los productos finales, y con ello etapas adicionales al proceso para la inhibición o reducción de la infestación microbiológica en un proceso o en los productos finales. El empleo mínimo de biocidas o de SO₂ así como del efecto antimicrobiano del método del electroimpulso facilita tiempos de funcionamiento más largos en la fábrica del almidón con una calidad permanentemente buena de los productos finales. Los intervalos de limpieza se pueden también prolongar. Esto sirve especialmente para la obtención de almidones orgánicos, cuya producción solamente es posible en pocas unidades. Por tanto mediante el empleo del método del electroimpulso no solo se consigue una optimización de la fabricación de almidones orgánicos desde el punto de vista cualitativo sino que también desde el punto de vista económico, en particular de los almidones orgánicos de cereales.

Se pueden obtener derivados de almidón blancos conforme a la invención, sobre todo almidones de tipo orgánico más blancos. También es posible una mejor deshidratación de las fibras para la fabricación de los piensos y de ese modo una menor energía de secado. Debido a una interacción alterada entre almidones y albúmina es posible una refinación del almidón en el hidrociclón. Asimismo en la instalación del hidrociclón se pueden separar fácilmente las fibras finas y la albúmina residual, lo que se traduce en un contenido reducido en fibra y proteínas.

Conclusiones parciales.

1. Los procesos de producciones más limpias son utilizados hoy ampliamente en la industria alimentaria ya que la misma con su diversidad de segmentos, genera una gran cantidad de residuos y consume una gran cantidad de agua. Los principios de la producción más limpia tienen muchas aplicaciones en las industrias de alimentos, de hecho estos principios son necesarios para asegurar la calidad y la productividad sin deteriorar el medio ambiente.
2. Se pudo constatar en el análisis bibliográfico realizado de la existencia en Cuba de toda una teoría sobre los fundamentos de la producción más limpia, de las ventajas, experiencias y metodologías para su introducción.
3. La revisión bibliográfica demostró que en el proceso integral de separación y lavado de almidón, las principales tendencias de aplicación a nivel internacional se centran en el uso de equipos más eficientes como son los hidociclones para la sección de refinación logrando un ahorro significativo de agua y energía y una mayor calidad de los productos finales, se plantea que actualmente la pureza del almidón es el parámetro más importante para la competencia en el mercado.
4. La revisión documental demostró que en el proceso integral de desaguado y secado del almidón, se refiere tecnológicamente al uso de equipos que incrementan los niveles de producción, existiendo la posibilidad de aplicar cambios tecnológicos para lograr una mayor eficiencia en la sección de desaguado y nuevos métodos de secado como alternativas productivas para la obtención de almidones modificados, entre los cuales se explican el secado por aspersión.
5. La literatura consultada refiere que el proceso de empaque de almidón como producto final, va encaminado a una mayor automatización del proceso, logrando mayores niveles productivos, contribuyendo no solo al mejoramiento de sus condiciones operacionales, sino que evitando al máximo la generación de residuos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS

2.1 Aspectos Socioeconómicos de la Empresa Glucosa Cienfuegos

2.1.1 Generalidades



Figura 2.1 Empresa Glucosa Cienfuegos.

La Empresa Glucosa Cienfuegos subordinada a la rama Confitera del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), es única de su tipo en el país y se encuentra localizada en la Zona Industrial # 2 del Reparto Pueblo Griffó, en la provincia de Cienfuegos, exactamente en la periferia noreste de la ciudad cabecera, limita al norte con la Empresa DIVEP, al este con la Fábrica de hielo, Almacenes de Productos Frescos y con la Línea de Ron HRL, por el oeste con la Carpintería en Blanco y el Taller de Ómnibus Escolares, limitando al sur con el asentamiento poblacional de Pueblo Griffó. Anexo C

Esta Empresa se puso en marcha en 1978, luego de un periodo inversionista que duró 6 años, con una tecnología perteneciente al área capitalista, fundamentalmente a la firma Alfa Laval de procedencia sueca y a la DDS Kroyer de Dinamarca. La misma se construyó con el objetivo de producir diariamente 90 toneladas de Sirope de Glucosa, 9 toneladas de Gluten, 7 toneladas de Germen, 19 toneladas de Licor de Remojo y 21,5 toneladas de Forraje.

Estas cifras nunca se han podido alcanzar debido a la falta de un suministro estable del maíz que es su materia prima fundamental, a la falta de piezas de repuestos y de un

mantenimiento adecuado por lo que actualmente después de más de 30 años de explotación cuenta con una capacidad instalada de un 50 % con respecto a la de diseño.

La estructura organizativa general de la empresa se muestra en el anexo D, en ella laboran actualmente un total de 207 trabajadores, de ellos 27 son profesionales de nivel superior, 99 técnicos medios, 23 con nivel medio superior y 58 con noveno grado los mismos se distribuyen por las diferentes áreas, garantizando con su trabajo la gran diversificación de las producciones y los servicios.

Del total, 173 son directos a la producción y se distribuyen por categoría ocupacional como sigue: 16 dirigentes, 11 de servicios, 54 técnicos y 126 obreros, como se muestra en la figura 2.2.

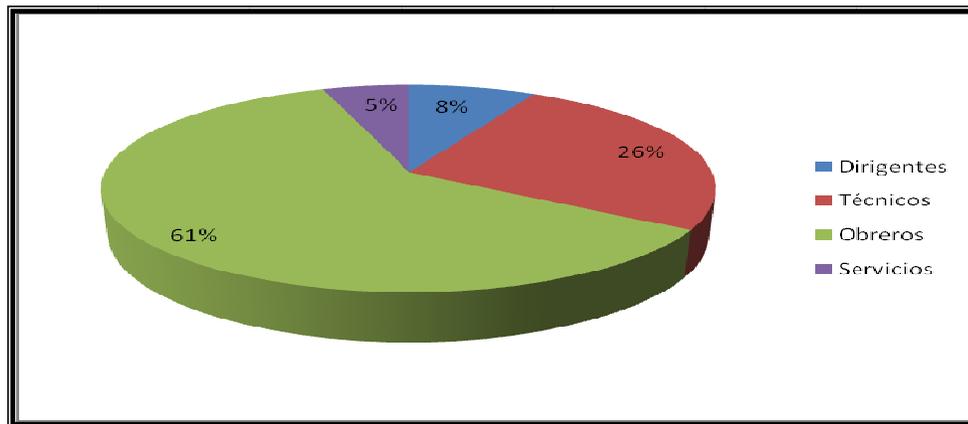


Figura 2.2-Distribución de trabajadores por categoría ocupacional. Fuente: Elaboración Propia.

El proceso tecnológico de la Empresa Glucosa Cienfuegos se encuentra dividido en tres plantas: la planta de producción de almidón, la planta de producción de sirope de glucosa y la planta de mezclas secas. Además de contar con un sistema de facilidades auxiliares comunes a todas las plantas como son: el sistema de generación de vapor, que dispone de dos calderas de tubos de fuego con una capacidad de 8 y 12 toneladas de vapor por hora respectivamente. El abasto de agua potable se realiza mediante un complejo de cisternas con una capacidad de almacenamiento de 4300 m³ y un tanque elevado desde el cual por gravedad se abastece la industria. Así como una planta de tratamiento de residuales, donde se procesan los residuales líquidos generados en el proceso industrial más los albañales.

La Empresa cuenta con un Manual de Calidad implantado en Octubre del 2010, basado en la Norma Cubana NC: ISO 9001:2008 “Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos”, descrito por secciones. En cada sección se definen las responsabilidades y se hace referencia a los procedimientos e instrucciones de los puestos de trabajo. El Sistema de Gestión de la Calidad implementado, define su alcance en la Planta de Mezclas Secas, donde se trabaja con mezclas físicas con base de almidón en el llenado y envasado de diferentes productos en bolsas, aún no se trabaja en la confección del manual de procedimientos y actualización de los registros en base al Sistema de Gestión de la Calidad de sus producciones fundamentales.

Se encuentra definida la Política de Seguridad y Salud en el Trabajo y confeccionado además su manual desde el año 2009, donde se complementa la garantía de todos los principios básicos y las buenas prácticas en materia de seguridad y salud de manera que los trabajadores conozcan los peligros potenciales para su seguridad.

2.1.2 Planeamientos Estratégicos

Misión

Elaborar materias primas y materiales para diferentes procesos industriales y productos alimenticios, en una amplia gama de surtidos para la alimentación humana y animal, con la mejor calidad y eficiencia, garantizando la plena satisfacción de nuestros clientes.

Visión

Somos una empresa próspera, diversificada, líder en el mercado nacional y competitivo en el mercado internacional.

Objeto Social

Su objeto social principal consiste en producir, transportar y comercializar de forma mayorista productos alimenticios derivados del maíz tales como sirope de glucosa, almidón de maíz, aceite de consumo humano, mezclas secas, concentrados de frutas y vegetales, siropes y refrescos y alimento animal en pesos moneda nacional y pesos cubanos convertibles.

2.1.3 Aspectos productivos

A partir del maíz que es su materia prima fundamental y mediante el proceso tecnológico general de la fábrica el cual se representa en el anexo E, se elaboran en la misma una amplia gama de productos comercializados con la marca Gydemá como:

Producciones Fundamentales

- Almidón de Maíz
- Sirope de Glucosa por vía ácida
- Sirope de Glucosa por vía enzimática

Subproductos

- Germen
- Forraje
- Gluten
- Licor de remojo

Producciones Alternativas

- Polvo para Hornear
- Natilla en polvo
- Mezcla para Arepas
- Desayuno Chocolate
- Almidón Saborizado
- Mezcla para Panetelas
- Sirope para refrescos
- Concentrado VIMANG

La empresa ha presentado en los últimos años un ascenso en el volumen de sus producciones fundamentales y alternativas, así como en la diversificación de las mismas, en aras de mejorar su desempeño económico y lograr un mejor aprovechamiento de las capacidades instaladas en la industria. Lo expresado anteriormente se evidencia en la tabla 2.1 donde se aprecian los resultados productivos de la empresa en el período de los años 2007 - 2010.

Tabla 2.1 Comportamiento de la Producción en el período 2007–2010. Fuente: Informes Económicos Empresa Glucosa.

Producto	Real 2007 (T)	Real 2008 (T)	Real 2009 (T)	Real 2010 (T)
Glucosa Ácida.	343,06	525,68	475,07	847,33
Glucosa Enzimática.	491,50	726,95	934,31	1 126,54
Almidón20 Kg.	484,67	868,84	460,81	1 525,76
Almidón10 Kg.	-	-	-	77.03
Almidón5 Kg.	73,230	75,38	93,64	24,15
Almidón 180 g	47,11	96,32	15,89	12,63
Almidón Saborizado 180g	-	-	-	0,51
Natilla Nacional. 30 Kg.	582,35	465,96	815,16	1 015,09
Natilla 5 Kg.	-	-	2,22	1,07
Natilla vainilla 180 g.	5,77	5,98	-	17,98
Natilla mantecado 180 g.	-	-	-	15,35
Desayuno Chocolate250 g	13,97	28,44	6,63	40,74
Desayuno Chocolate500 g	-	40.10	1.08	-
Sirope (litros)	1 330,35	1 156,05	2 794,95	331 011,0
VIMANG.	-	-	-	31,33
Alimento Animal	2 316,22	1 406,74	829,64	1 415,96

2.1.4 Indicadores económicos

En el año 2010 se obtuvo un sobrecumplimiento de los planes productivos, obteniéndose una utilidad al culminar el mismo por encima de lo planificado. Se puede apreciar que el gasto material se encuentra por encima de lo planificado no existiendo una correlación en el incremento de la producción bruta y mercantil con el costo / peso de ambos indicadores, además se aprecia que el fondo de salario se mantiene por debajo de lo planificado y el promedio de trabajadores de igual forma. Todo esto contribuye a lograr una adecuada correlación salario medio productividad, lo anterior se resume en la tabla 2.2 donde se muestran los principales indicadores económicos de la empresa para este período.

Tabla 2.2 Indicadores económicos. Fuente: Balance Económico Empresa Glucosa.

Indicadores	UM	Plan 2010	Real 2010	% Cumplimiento
Producción Bruta	T	6 172,2	7 123,1	115,4
Costo de P. Bruta	MP	5 636,5	7 051,9	125,1
Costo / Peso Producción Bruta	Pesos	0,91	0,99	108,4
Producción Mercantil	MP	5 861,9	7 014,0	119,7
Costo P. Mercantil	MP	5 266,1	6 943,8	131,9
Costo / Peso Producción Mercantil	Pesos	0,90	0,99	110,2
Utilidad del periodo	MP	411,7	425,0	103,2
Fondo de salario	MP	1 337,2	1 158,0	86,6
Promedio de trabajadores	U	210,0	201,0	95,7
Salario Medio	Pesos	6 368,0	5 761,0	90,5
Productividad	Pesos	4 953,0	6 732,0	135,9
Correlación Salario Medio/Productividad	Pesos	0,81	0,67	82,2
Liquidez Inmediata	Pesos	---	0,75	---

A pesar de que los resultados económicos generales de la empresa fueron satisfactorios, los índices de consumo del maíz se comportaron por encima de lo planificado durante el 2010, debido fundamentalmente a problemas con la calidad del mismo, pérdidas provocadas por averías imprevistas de equipos o por problemas

tecnológicos u operacionales. El comportamiento del índice de consumo del mismo para cada una de las producciones fundamentales se puede apreciar en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Índice de Consumo Maíz. Fuente: Informes Económicos

PRODUCTO	Consumo de maíz(T)	Í. Consumo Plan(T/T)	Í. Consumo Real (T/T)	Sobreconsumo de maíz (T)
Glucosa Ácida.	1 706,3780	1.9	2.01	96,4518
Glucosa Enzimática.	1 943,073	1.65	1.72	84,282
Almidón20 Kg.	3 210,4462	2.0	2.1	158,9192
Total	6 859,89	1,85	1,94	339,647

2.1.5 Situación ambiental de la Empresa Glucosa Cienfuegos

2.1.5.1 Antecedentes

Al triunfo de la Revolución en Cuba, la Industria Alimenticia contaba con unos pocos talleres y fábricas, prácticamente artesanales y con una gran dispersión territorial, no constituyendo en ese momento sus residuales una amenaza significativa de contaminación para el medio ambiente. A partir de la década del 1970 comienza un proceso de renovación y desarrollo de esta rama con la ejecución de varias inversiones, lo cual permite que se cuente actualmente con un sistema productivo de la industria alimenticia distribuido por todo el territorio nacional, constituyendo una de las ramas que más influye en la contaminación del medio ambiente en el país.

Los problemas ambientales ocasionados por la Empresa Glucosa Cienfuegos tienen su origen desde la propia puesta en marcha de esta fábrica, ya que la planta de tratamiento de sus residuales líquidos nunca fue eficiente dada la intermitencia de las producciones, luego producto a la situación que ha venido afrontando nuestro país con relación al mercado internacional esta empresa se ha visto seriamente afectada en la adquisición de nuevas tecnologías y piezas de repuesto, lo que trae consigo que los residuos generados por sus producciones principales cada día sean mayores debido en

lo fundamental a los derrames producidos por paradas imprevistas causadas por roturas de los diferentes equipos.

2.1.5.2 Situación ambiental actual

La Empresa Glucosa Cienfuegos, involucrada en un proceso de perfeccionamiento de su gestión, cuenta con una Estrategia Ambiental desde el año 2009 que se materializa en planes de acción a corto, mediano y largo plazo, la cual resulta insuficiente para resolver los problemas ambientales que ocasiona.

Según la Estrategia Ambiental del MINAL los principales problemas ambientales que presenta el Ministerio de la Industria Alimenticia en el país y de los cuales la Empresa Glucosano está exenta y se encuentran reflejados en su estrategia ambiental son:

1. Contaminación de las aguas terrestres y marinas por el vertimiento de los residuales líquidos industriales.
2. Contaminación de la atmósfera: por emanaciones de gases, polvo, hollín y malos olores.
3. Elevado consumo de agua.

Actualmente la disposición final de las aguas residuales de esta industria se realiza por medio de una tubería colectora de 1 500 m de longitud que tributa hacia el Arroyo Inglés, a unos 20 m de su desembocadura en la Bahía de Cienfuegos. Estos residuales una vez vertidos en la cañada se conducen libremente por un trayecto de aproximadamente 30 m, hasta que se mezclan con los residuales albañales del Reparto Pueblo Griffó. Esta mezcla de residuales líquidos es usada en el fertirriego de áreas destinadas al cultivo de arroz en la zona próxima a la Bahía de Cienfuegos.

Estudios e informes de las autoridades ambientales del territorio sobre los problemas detectados en esta fábrica, refieren que existen problemas con el tratamiento y disposición de los residuales líquidos, debido a un tratamiento insuficiente de los mismos, generándose además niveles importantes de contaminación atmosférica por malos olores que afectan el ecosistema de la Bahía de Cienfuegos y los asentamientos poblacionales aledaños. Los resultados recientes de la caracterización de las aguas residuales de dicha industria efectuada por el Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC) se presentan en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Caracterización de los residuales. Fuente: Informe CEAC Junio 2011.

Variable medida	Punto 1	CargaK g./día	Punto 1: LMPP	Punto 2	Punto 1:Punto2	Punto2: LMPP
S. S (mg/L)	660	121	-	110	6	-
ST (mg/L)	2340	431	-	1070	2,2	-
SV (mg/L)	660	121	-	105	6,3	-
SD (mg/L)	1680	309	-	960	1,8	-
DQO (mg/L)	6800	1251	97	960	7,1	13,7
NTK (mg/L)	82.3	15	16,5	10,36	7,9	2,1
DBO ₅ (mg/L)	3150	580	105	475	6,6	15,8
DBO ₅ :DQO	0,4632	-	-	0,4948	-	-
PT (mg/L)	42.9	7,8	21,5	118	0,4	59
Fenoles (mg/L)	<LC	-	-	<LC	-	-
Sulfatos (mg/L)	12.16	2,2	-	1,52	8	-
PH	3,96	-	-	6,58	-	-

En la tabla anterior se resumen las mediciones en los puntos de muestreo 1 y 2, la carga contaminante aportada a la Bahía de Cienfuegos, las razones entre el punto 1 y el punto 2 y entre el punto 1 y el Límite Máximo Permissible Promedio (LMPP), así como entre el punto 2 y el Límite Máximo Permissible Promedio, estando ubicado el punto 1 a la salida del residual de la planta de tratamiento de la fábrica y el punto 2 se corresponde a las muestra tomada unos 15 m aguas debajo de la mezcla del residual con los albañales del Reparto de Pueblo Griffo, justamente en la zona más cercana a las áreas donde se utiliza como fertirriego en el plantío de arroz.

Al analizar los resultados obtenidos y compararlos con las normas de vertimiento expuestas en el anexo F se aprecia, que el residual líquido de la Empresa Glucosa Cienfuegos es ácido, con abundante contenido de sólidos totales y rico en materia orgánica de naturaleza biodegradable, el 28 % de los sólidos totales presentes están en forma suspendida y el 72 % están en forma disuelta. La presencia de sólidos suspendidos en el agua limita la entrada de luz a las capas más profundas y por tanto afecta al desarrollo de la biota acuática.

Los valores de las variables medidas en el punto 1 fueron superiores a lo establecido en la Norma Cubana (NC) usada, excepto las grasas y aceites y el índice de fenoles que registraron valores por debajo del límite de cuantificación (16mg/L y 0,1mg/L), respectivamente. Los indicadores que representan el contenido de materia orgánica en el residual (DQO y DBO), registraron valores aproximadamente 100 veces superiores a lo establecido por la NC (cuarta columna de la Tabla 2.4). En la tercera columna de la referida tabla se reportaron las cargas dispuestas al entorno por este residual, determinándose que la carga expresada como DBO₅ aportada en un día por esta industria representa una población equivalente de 11904 habitantes, según el criterio establecido por la metodología del CITMA. (CIGEA, 1998).

Este vertimiento con materia orgánica elevada a la bahía produce agotamiento del oxígeno disuelto lo cual ocasiona un predominio de especies anaeróbicas, afectando por tanto la biodiversidad. Además cuando se termina el oxígeno disuelto en el agua comienza la reducción de los sulfatos (abundantes en el agua de mar) y se producen sulfuros que provocan un olor desagradable en la zona afectada a la entrada de la ciudad de Cienfuegos. Podemos señalar también que al presentar este residual elevados valores de nitrógeno y fósforo puede provocar eutrofización en los cuerpos de agua donde es vertido.

Lo anterior implica que esta fábrica no cumple con los límites máximos permisibles promedios para las concentraciones de las descargas de sus aguas residuales, atendiendo a la clasificación cualitativa de este cuerpo receptor, por lo que viola la Legislación Ambiental vigente en el país pudiendo mencionarse entre otras las regulaciones siguientes:

1. Decreto Ley 138: De Las Aguas Terrestres (Artículo 17).
2. Ley No. 81 del Medio Ambiente (Artículo 95).
3. Decreto Ley 212: Gestión de la zona costera (Artículo 16, inciso g).
4. Norma Cubana NC: 27:1999 Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado.
5. Norma Cubana NC: XX: 2001 Vertimiento de Aguas Residuales a las a las Costas y Aguas Marinas.

2.2 Descripción del Objeto de estudio: Etapa de separación, refinación, desaguado y secado de almidón.

Con el objetivo de realizar un estudio integral de P+L en la Empresa Glucosa Cienfuegos, la misma se dividió en cuatro temas de investigación con el objetivo de lograr una estrategia ambiental integrada y preventiva, a procesos y productos en el orden de reducir riesgos a los humanos y al medioambiente, quedando la distribución del trabajo de la siguiente forma:

1. Almacenaje, Sección de Limpieza y Maceración del Maíz.
2. Molinación y Secado de Sub. Productos.
3. Separación, Refinación, Desaguado y Secado de Almidón.
4. Planta de Glucosa.

Este trabajo se dedica a la evaluación de P+L en la Planta de almidón específicamente en las etapas de separación, refinación, desaguado y secado de almidón, la cual se puede ver en el esquema tecnológico. En la fig. 2.3

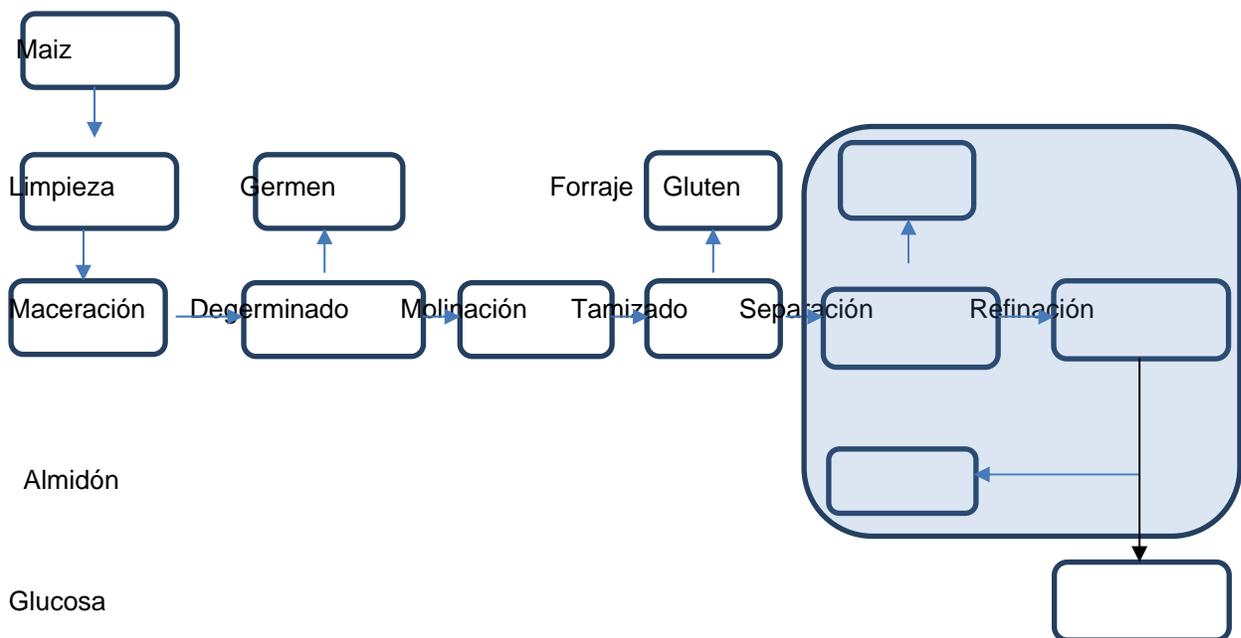


Figura 2.3. Flujo tecnológico del proceso. Fuente: Elaboración Propia.

Exanimación de flujo de la planta.

A fin de proteger los separadores de refino, el flujo de la planta se conduce por una etapa de ciclones de arena o pre limpiador y por un colador de seguridad o tamiz de auto limpieza. Los ciclones quitan partículas erosivas que podrían con el tiempo desgastar ciertas partes de la taza de los separadores. El colador de seguridad no permite la entrada de materias ajenas que por accidente entren con el producto.

Pre limpiador: Principalmente usado para remover partículas en diferentes líquidos o procesos de aguas, con recirculación interna y confeccionado de materiales resistentes.

Tamiz de auto limpieza: Es un dispositivo de tamiz cilíndrico de hojas metálicas perforadas. Las partículas que son mayores que los agujeros de este dispositivo quedan en él y son transportadas por los cepillos hacia la salida de fango en el fondo del colador. El líquido pasa por los agujeros del dispositivo de tamiz y es expulsado por la salida.

Los cepillos previenen estancamientos en el dispositivo de tamiz. Van guiados mediante un motor de engranajes por vía de un eje, y de un acoplamiento elástico con pasador.



Figura 2.4 Pre limpiadores y colador de seguridad.

Separación Primaria.

Un tanque de alimentación (022_01), es el inicio de esta al cual llega un flujo de la planta que contiene almidón y proteína (gluten) esta última siendo en parte soluble. En

el separador primario, el cual es un separador centrífugo de tipo boquilla a alta velocidad con dispositivo de agua de lavado, la proteína insoluble se parte como una fracción ligera (reboso) y el almidón queda como la fracción pesada (subflujo), no obstante, todavía conteniendo impurezas. En esta etapa el flujo de alimentación de la separadora se regula manualmente siendo para una molida de 12 vueltas $35 \text{ m}^3/\text{h}$, y la proteína insoluble se quita lavando. El agua de lavado usada viene del tanque de proceso N_o 4 con un flujo de $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Principales parámetros de esta etapa.

Alimentación:	Contenido de proteína 8_10 %	DS/ DS.
Reboso:	Contenido de proteína 60 _ 65 %	DS/ DS.
Subflujo:	Contenido de proteína 2 _ 4 %	DS / DS.
Densidad:	Mínimo 18^0	Be.

Para obtener resultados óptimos del separador, la densidad adentro de la taza se mide y se usa como impulso para regular la cantidad de almidón que se alimenta a la máquina.



Figura 2.5Separador primario.

La fracción de proteína o de gluten que sale de la separación primaria tiene una concentración de 6 -12 g/ l. Este reboso es ventajoso concentrarlo, por lo que pasa por un sistema de flotación (cajas de espuma) y posteriormente por un concentrador centrífugo de tipo boquilla.

Los flotadores o cajas de espuma son de tipo contracorriente y están trabajando 2 en paralelo. El gluten se recupera como la fracción ligera (reboso) con una concentración de 15 - 20 g/ l . Durante la flotación el contenido de proteína es también aumentado más o menos 65-68 %. El subflujo de las cajas de espumas, siendo agua del proceso va al tanque de proceso N_o3. Con bombas de traslado especiales el reboso se envía al concentrador de gluten el cual produce un concentrado de 100-140 g/ l y como reboso un agua de proceso 2-5 g / l de insolubles y va a los tanques de agua del proceso 1 o 3. El subflujo o concentrado va pasando por un sistema de reciclo para obtener una concentración lo más alta posible. Este concentrado se alimenta al tanque de gluten (025-10) para su venta.

La capacidad máxima del sistema de concentración de gluten corresponde a 175 t Maíz.



Figura 2.6 Concentrador de gluten.

Refinación de almidón.

La limpieza final del almidón se hace en un sistema de separación de tres etapas. En cada una, una fracción ligera se aparta y se envía a contracorriente. Esta fracción contiene sobre todo proteínas y partículas finas de granos de almidón y se llama Middlings. Cuando los Middlings son reciclados a la etapa primaria se establece un cierto equilibrio en la división total entre almidón y proteína, antes que se devuelvan a la etapa primaria son concentrados a fin de reducir la carga volumétrica en el separador primario y en el concentrador de gluten. Esto se hace por un separador de tipo boquilla el cual da un concentrado de $10-15^0$ Be y un efluente con 200 g/ m^3 .



Figura 2.7 Refinadoras y concentrador middling.

En esta etapa las proteínas son separadas como rebose y el almidón como subflujo. Aquí la mayoría de las proteínas que quedan se quitan lavando con agua de lavado que viene de la tubería de agua fresca hacia el interior del último refino. El flujo normal de agua de lavado es de $10 \text{ m}^3/\text{h}$. El agua fresca en este tercer refino se bombea con los rebozos hacia delante en el sistema del proceso por los otros separadores, donde deja la sección de refinación en parte por el separador de middlings como agua del proceso y en parte por el rebose del separador primario, junto con la fracción de proteína

insoluble, la cual se bombea a través de las cajas de espumas al concentrador de gluten.

Para reducir la carga del separador primario el rebose del primer refino cual efluente contiene principalmente proteínas y almidón va hacia el separador middlings, donde se concentra y este concentrado va después al separador primario por el tanque (022-01). El rebose del concentrador middlings que contiene proteínas solubles, va a los tanques No.3 y 4 como agua del proceso.

La leche de almidón obtenida en la tercera etapa de refinado es alimentada al tanque (029-10) y desde ahí esta lechada es bombeada hacia la etapa de desaguado de almidón o alternativamente a la sección de glucosa.

Para la operación adecuada del sistema de refinado se incluyen bombas de traslado especiales. Además las separadoras están directamente conectadas eliminando así oscilaciones. La capacidad máxima para la sección de refinación es de 200_ 300 ton/ 24 horas dependiente al respecto del proceso.

Desaguado de almidón.

Del recipiente (029-09) la leche de almidón se bombea al filtro de vacío. A fin de obtener una deshidratación apropiada es necesario que la leche de almidón tenga una concentración de 12⁰ Be.

En vista que la concentración de leche de almidón en el recipiente (029-09) es de aproximadamente 21⁰ Be tiene que ser reducida por dilución con agua fresca. Esto es hecho en la línea entre el recipiente (029-09) y la bomba (029-11). Un mecanismo automático de regulación de concentración controla este proceso.

La leche de almidón se alimenta a la tina del filtro de vacío. Es importante para un desagüe exacto que el nivel en esta tina siempre sea constante. Un dispositivo automático de control de nivel, está instalado para ese fin. Además, para evitar sobre relleno accidental el filtro está equipado con un orificio de derrame. Desde aquí la leche de almidón vuelve al recipiente (029-09). A fin de ajustar la velocidad de rotación del filtro, y así también regula el proceso de desagüe, el mando del tambor está provisto con un variador. El tambor del filtro tiene una tela de nylon de 25 micrón. Esta se limpia de vez en cuando (y siempre cuando el filtro está parado), y esto se tiene que llevar a

cabo por un dispositivo de pulverización que rocía la tela con agua del proceso con una presión de 12 bar. Esta agua de lavado proviene del recipiente de agua del proceso No4.

El almidón desaguado sale del filtro y entra en un mezclador de tornillo. El contenido de humedad de la pasta que sale del filtro es normalmente 42% H₂O. Se transporta por el ya mencionado mezclador de tornillo y por un transportador de tornillo sin fin al tornillo de alimentación del secador.

El vacío en el filtro es producido por una bomba de vacío. El líquido de vacío obtenido así como el filtrado va al recipiente No. 4 de agua de proceso.



Figura 2.8 Filtro rotatorio al vacío.

Secado de almidón.

Desde el filtro de vacío (031-01) el almidón se transporta al secador a través de transportadores de paletas rascadoras y de tornillo. El almidón se seca con aire caliente, el cual se caldea con vapor a través de un intercambiador de calor. La temperatura del aire es de aproximadamente 55⁰c el almidón es transportado y después es separado en un ciclón. Este aire separado pasa por el ventilador principal al limpiador húmedo en el cual se quitan partículas de polvo. El agua de limpieza se recicla del tanque No.4 y la cantidad usada es aproximadamente 14 m³/h.



Figura 2.9 Secador de almidón.

Almacenamiento y Empaque de almidón.

El almidón seco es transportado neumáticamente hacia un silo, que está equipado con un tornillo de mezcla para obtener una calidad y sequedad uniforme de almidón. Saliendo del silo el almidón es transportado neumáticamente a la estación de ensacar, donde se realizan los análisis químicos y físicos y cuando este con la calidad requerida pasa para el área de almacén y luego se procede a la venta del mismo.



Figura 2.10 Silo de almidón.

Sistema de agua de proceso.

Es esencial que agua del proceso se utilice en la planta de una manera estricta de acuerdo a su contenido de componentes solubles e insolubles.

Para hacer posible una buena diferenciación se incluyen cuatro tanques (034_ 01) con bombas y sistemas de regulación independientes. Estos tanques se referencian desde el N_o 1 hasta el N_o 4.

En el tanque N_o 4 se encuentra la mejor agua, quiere decir el agua más limpia. Este tanque tiene también la concentración más baja de H₂SO₃. El agua que llega al tanque en parte es filtrado del desaguado de almidón y del agua de cierre de la bomba de vacío de almidón. Además viene agua del sistema de enfriamiento de los molinos que se encuentran en otra área y del efluente del separador middling(030_ 01). El efluente puede también ser alimentado al tanque de proceso N_o 3, esto se decide de caso en caso después de haber examinado el contenido de contaminaciones en esta agua. Un indicador de flujo indica el flujo de este efluente. Del agua del proceso del tanque N_o 4 viene la mejor agua, sé reúsa en el área de secado en el depurador y en la sección de refinación como agua de lavado y en el filtro de almidón como agua de limpieza. En estos momentos solamente se está usando en la etapa de refinación.

Desde el tanque N_o 4 hasta el tanque N_o 1 hay un rebose continuo el cual es auto regulado cuando el proceso está en balance.

Sin embargo, si demasiada agua del proceso del tanque N_o 4 fuese usada en las varias partes de la planta de modo que no hubiese rebose al tanque N_o 3, una válvula de agua fresca abrirá automáticamente para compensar este aumentado uso.

El tanque N_o 3 contiene la segunda mejor agua, la cual también es la más diluida concerniente a la concentración de H₂SO₃. Esta agua proviene del separador middling, de las cajas de espuma y del concentrador de gluten. Esta agua es bombeada para otros procesos de la planta.

El tanque N_o 2 contiene la segunda agua más concentrada de H₂SO₃, que proviene principalmente del evaporador de remojo como condensado.

El tanque N_o 1 contiene el agua más concentrada de H₂SO₃, proveniente del evaporador y del efluente del concentrador de gluten.

Entre los tanques de agua de proceso hay válvulas que se regulan manualmente, de acuerdo a las exigencias del proceso y tiene una alimentación de agua fresca aproximadamente de 10 m³/ h.



Figura 2.11 Cajas de agua de proceso.

Debido a los años de explotación y la falta de piezas de repuesto para su mantenimiento, el estado técnico de la fábrica es deficiente, por lo que determinadas secciones de la planta, se han visto paralizadas por dicho motivo. Además para poder mantener la línea que queda en funcionamiento se ha tenido que recurrir a desmantelar equipos de las secciones paralizadas y así poder garantizar una estrategia de producción.

Todo esto atenta contra la conservación de dichas secciones, las cuales en alguna medida para poder restablecer su funcionamiento, ya necesitarían de una inversión considerable. Dicha situación la tenemos en la etapa de separación, refinación y secado de almidón, la cual cuenta con algunas secciones que antiguamente formaban parte del proceso y actualmente por su grado de deterioro ya se encuentran fuera de servicio, entre estas podemos señalar como la más significativa la sección de desaguado y secado de gluten, en la que se obtenía la proteína del maíz en forma sólida, algo que predomina a nivel internacional por sus ventajas en cuanto a su uso y comercialización.

En la actualidad después del proceso de separación del almidón del gluten, este solamente se concentra y se vende de forma líquida, y cuando existen problemas en el concentrador el gluten líquido pasa íntegramente a la planta de residuales.



Figura 2.12 Derrame de gluten.

Etapas auxiliares:

Para el correcto funcionamiento de esta etapa contamos con plantas auxiliares, entre ellas la de generación de vapor y la planta de tratamiento de residuales.

En el área de generación de vapor la fábrica constaba de tres calderas con las siguientes características.

- Tipo _ Tubos de fuego
- Capacidad máxima _ 8 ton / h.
- Presión máxima _ 13 kg / cm².
- Presión de trabajo _ 11 kg / cm².
- Superficie de calefacción _ 193 m².

De estas calderas en la actualidad solo se cuenta con una, ya que las otras por su estado técnico deficiente se pusieron fuera de servicio, y en su lugar se adquirió una caldera de mayor capacidad , con un flujo unitario del quemador de 0,58 toneladas /

hrsde combustible fuel oil para 12 toneladas / hrs de vapor. Por lo que 1 tonelada / hrs de vapor equivale a 0,04 tonelada / hrs de fuel oil.

La instalación cuenta con dos tanques para el almacenamiento del combustible, debidamente ubicados a una distancia prudencial de las demás instalaciones, y con una capacidad de 150 m³ cada uno.

El agua de alimentación a calderas constituye el elemento más importante dentro del proceso de generación de vapor y como sus características dependen del lugar de procedencia, tiene que ser sometida a diferentes procesos de tratamientos, tanto mecánicos, físicos y químicos que permiten la reducción de sus impurezas hasta el grado que requiera su futura utilización.

La seguridad y el adecuado mantenimiento exigen que las referidas impurezas sean reducidas en el mayor grado posible, la utilización de un agua sin el apropiado tratamiento puede provocar graves consecuencias de las cuales las más importantes son: Las incrustaciones en los tubos de las calderas, la corrosión de la superficie metálica de las calderas y tuberías, el arrastre de partículas sólidas o líquidas y la cristalización de las costuras y tubos de las calderas.

El agua se recibe del acueducto y se almacena en dos tanques altos de tipo industrial, lo cual condiciona que cada 3 meses deban ser limpiados y abatizados, realizándose por parte de CPHE controles sistemáticos.

La recepción se hace por dos entradas, una en el área de residuales y otra en el área de la cisterna ubicada al lado de la Fábrica de hielo. La fuente de abastecimiento es por acueducto, entra por la conductora del Damují y otra por la conductora Caunao.

El agua que entra por el área de residuales se almacena en 2 digestores de capacidad de 1500 m³ cada uno y la cisterna acumula 4500 m³ desde donde es bombeada a un tanque elevado de 30 m de altura y de ahí llega a las distintas áreas de la fábrica por gravedad. En cada una de las entradas se encuentra ubicado un metro contador de agua, que se lee diariamente y por diferencia se obtiene el consumo.

En toda la empresa existen áreas donde se evidencian pérdidas y gastos de agua por las características de los procesos y también por salideros debido, a veces, al mal estado técnico de las instalaciones y a conducta de derroche en otras ocasiones.

Cuando se hacen las lecturas diarias se descuenta de la suma total las cantidades leídas en los metros contadores de los consumidores que se alimentan de la misma entrada y son: Fábrica de Hielo, Almacén de Productos Frescos, Almacén de Habana Club y Almacén de CIMEX, BCAPI

El agua es cruda, las condiciones para la lectura son adecuadas y están en proceso la ubicación de nuestros contadores en las áreas consumidoras que son: calderas, cocina comedor, transporte y producción y así poder determinar con mayor exactitud los consumo de cada uno por separado.

La planta de tratamiento de aguas residuales de esta fábrica, tecnológicamente se concibió con una capacidad de 50 m³/h, para tratar los efluentes industriales, conformada por:

- Un sistema de tratamiento primario conformado por cámara de rejillas, desarenador, coagulación floculación y sedimentación primaria.
- Un sistema de tratamiento secundario conformado por digestores anaeróbicos, filtros biológicos y sedimentador secundario.
- Un sistema de espesamiento de los lodos por centrifugación para ser utilizado como alimento animal.
- Una conductora para las aguas residuales desde la planta de tratamiento hasta el punto de vertimiento en el arroyo, El Inglés aledaño a la bahía.

Una vez en funcionamiento y durante el resto de la década del 80 la planta de tratamiento de residuales fue sometida regularmente a mantenimientos y reparaciones que permitieron conservar su estado técnico garantizando la eficiencia de remoción de materia orgánica y cumplir con las normas ambientales establecidas por los efluentes. En los años 90 bajo la influencia del efecto del periodo especial la fábrica ha limitado los recursos materiales y financieros para acometer trabajos de mantenimiento que requiere esta infraestructura, y que a partir de esa fecha se ha ido deteriorando, siendo su estado técnico actual deficiente.

Adicionalmente por varios problemas tecnológicos los filtros biológicos prácticamente nunca operaron y los digestores anaeróbicos concebidos sin el aprovechamiento del biogás generado dejaron de funcionar a finales de la década del 80 por estas mismas causas. Esto originó que el proceso de tratamiento de aguas residuales se redujera solo a las etapas referidas de tratamiento primario y sedimentación secundaria en el que el residual efluente a la planta luego de pasar por una cámara de rejillas y un desarenador es sometido a un proceso de coagulación_ floculación adicionando sulfato de alúmina y cal con control de pH, pasando a un sedimentador primario y luego a un sedimentador secundario para la separación de los lodos , los cuales se emplean como alimento animal. El agua sobre donante del sedimentador secundario se dispone al medio receptor.

La disposición final de estas aguas residuales se realiza por medio de una tubería de 1500 metros de longitud que tributa hacia el arroyo Ingles, a unos 20 metros de su desembocadura en la bahía de Cienfuegos, cuerpo receptor clasificado cualitativamente según las normas ambientales nacionales NC 27 : 1999 vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado y NC XX : 2001 vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas, como clase a y que comprende zonas priorizadas de conservación ecológica, como es el caso del ecosistema Bahía de Cienfuegos.



Figura 2.13 tratamiento de residuales.

2.3 Metodología para la Evaluación de Producciones más Limpias (EP+L)

A partir de los estudios documentales se decide aplicar la metodología de la ONUDI/PNUMA (ONUUDI, 1999), (Guía de P+L Caña de azúcar, 2009) para valorar mediante una EP+L la problemática de la planta de producción de almidón, para lo cual se adaptó dicha metodología a las condiciones del objeto de estudio. La misma consta de cuatro etapas fundamentales como se aprecia en la siguiente figura 2.14.

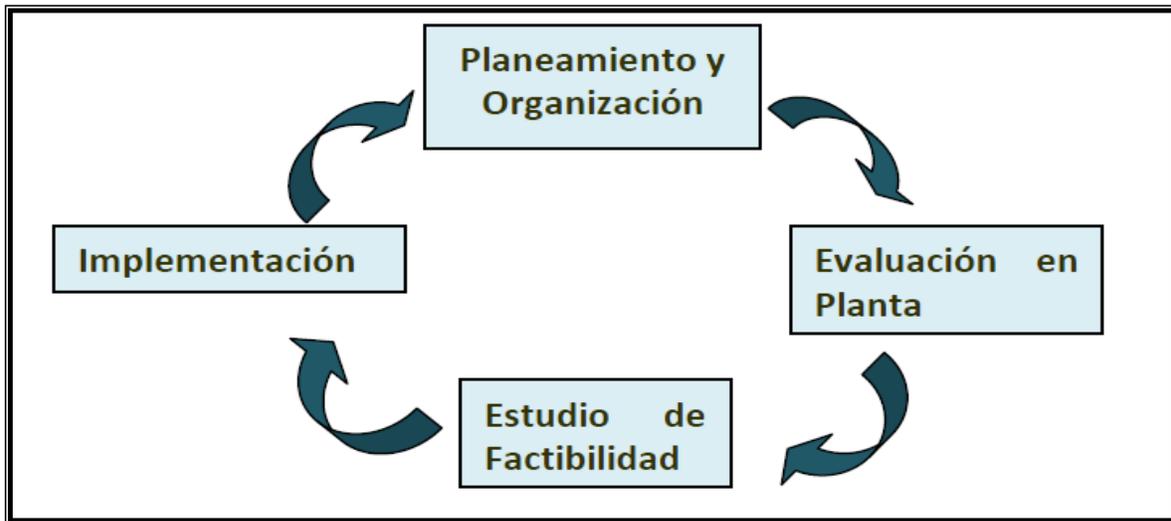


Figura 2.14: Etapas para la Implementación de una EP+L. Fuente:(ONUUDI, 1999), (Guía de P+L Caña de azúcar 2009)

2.3.1 Planeamiento y Organización

En la fase de planeación y organización del programa de Producción más Limpia se establecen las pautas indispensables para la implementación exitosa de la Evaluación de P+L, en esta etapa se llevan a cabo las siguientes tareas:

2.3.1.1 Obtener el compromiso de la dirección

La alta dirección de la empresa tiene que preparar el escenario para realizar la evaluación de P+L, de modo que se asegure la cooperación y participación de los miembros del personal, además debe dirigir la formación de un equipo para la EP+L, hacer que estén disponibles los recursos requeridos y acatar los resultados de la misma.

2.3.1.2 Involucrar a los empleados

El éxito de una EP+L depende en gran medida de la colaboración del personal para lo cual se involucra a todos los empleados (directivos, técnicos, obreros y servicio) y se les informa del programa y sus beneficios buscando y valorando sus aportes, los cuales revisten gran importancia.

2.3.1.3 Organizar el equipo de EP+L

Se debe integrar un equipo que incluya a empleados clave de las distintas áreas de la empresa, con un alto nivel de compromiso, experiencia y competencia. El equipo será el responsable de la coordinación del Programa de P+L, de su implementación y del seguimiento de las medidas adoptadas. Se recomienda que en este equipo estén representados los siguientes departamentos:

- Legal
- Financiero
- Ingeniería de proceso
- Producción
- Control de la calidad
- Mantenimiento
- Investigación y desarrollo
- Ventas
- Compras y almacenamiento
- Seguridad e higiene

Se designa un representante o coordinador del equipo de P+L que tenga la jerarquía y la autoridad necesarias para garantizar la implementación del programa e informará permanentemente a la gerencia sobre el avance del proceso.

2.3.1.4 Identificar obstáculos y soluciones para la EP+L como un proceso

En este momento se deben indicar los posibles obstáculos en el proceso de la EP+L y proponer soluciones a los mismos. En esta actividad es de suma importancia la participación activa del personal clave, conocedor de las interioridades de sus respectivas áreas de trabajo.

2.3.1.5 Decidir el enfoque de la EP+ L

La decisión el enfoque de la EP+L a realizar concierne a los miembros del equipo de EP+L. El alcance de la misma establece si se va a incluir en la evaluación la planta

entera o limitar la misma a ciertas unidades, secciones o departamentos de la misma. El énfasis establece lo referido a los materiales sobre los que se quiere influir.

2.3.2 Evaluación en planta

La fase de evaluación del proceso en planta incluye la recopilación, validación y evaluación sistemática de los datos de proceso, el mismo se fundamenta en los datos e información sobre áreas específicas e incluye una evaluación preliminar y detallada del mismo. Se determina también la situación general del proceso objeto de estudio, los puntos críticos en el manejo de la energía, el agua y las materias primas así como sus efectos financieros y ambientales de donde se derivan las principales recomendaciones de mejora. En la misma se llevan a cabo las siguientes tareas:

2.3.2.1 Colectar información básica.

Se requiere obtener información sobre el volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo. Se recolecta la información general sobre las operaciones y procesos que se desarrollan en el objeto de estudio, para lo cual se identifican y caracterizan las principales entradas de materias primas, agua y energía al proceso tecnológico, así como se definen las salidas de productos y los residuos generados en las diferentes etapas del proceso. Se determina además si están establecidos adecuadamente los niveles de recirculación interna o reciclado externo para los diferentes materiales y si se tiene concebido la reutilización de los residuos en caso que sea posible.

2.3.2.1.1 Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).

Los diagramas de flujo de proceso son la representación del proceso de transformación de las materias primas en productos de forma simplificada. En este contexto, la palabra proceso, se usa para referirse a una serie de actividades que de conjunto producen un resultado o producto en una empresa. Una unidad de proceso es un paso en el proceso de la empresa.

Para construir un DFP, es mejor para el equipo de las P+L empezar listando las operaciones unitarias importantes. Luego, cada una de las operaciones unitarias puede mostrarse en un diagrama de bloque, que indique detalladamente los pasos con las

entradas y salidas relevantes, luego conectando los bloques individuales de las operaciones unitarias se construye el DFP.

2.3.2.2. Realizar el reconocimiento de planta.

Para establecer los registros y mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético debe diseñarse un recorrido por el objeto de estudio. Este recorrido debe ser coherente con el ordenamiento del proceso productivo, es decir que se deberá iniciar en la recepción de materias primas e insumos auxiliares y finalizar con la entrega del producto final. Al realizar el recorrido se deben identificar puntos críticos en las distintas áreas del proceso, haciendo énfasis en el uso eficiente de los recursos, así como en la generación de residuos. Para esto, previo a realizar el recorrido, el equipo tendrá que tener claridad sobre los aspectos a evaluar y los datos a recopilar. Se recomienda elaborar un cuestionario que facilite la evaluación de los procesos durante el recorrido como se muestra en anexo G.

Debe tenerse en cuenta que el recorrido debe llevarse a cabo cuando la fábrica se encuentre funcionando en su totalidad, además se debe considerar la participación del jefe de planta y del jefe de mantenimiento junto al equipo evaluador de P+L. Mediante entrevistas, inspección visual, análisis de los registros del proceso y la instrumentación centralizada y local que pueda existir se realiza una confrontación de los datos obtenidos del archivo con la realidad del proceso y se verifican las condiciones de operación, mantenimiento y limpieza de las instalaciones. Se debe contar también con toda la documentación requerida como por ejemplo: facturas de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, etc., así como realizar mediciones in situ de aspectos de relevancia. En esta etapa se define el inventario de malas prácticas y problemas ambientales encontrados.

2.3.2.2.1. Elaboración de la matriz DAFO del proceso estudiado

Una vez efectuado el reconocimiento de las distintas etapas del proceso, mediante tormenta de ideas del equipo de P+L, se identifican las principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que presenta el mismo.

2.3.2.3. Confeccionar los balances de masa y energía.

El balance de materiales se efectúa para identificar datos faltantes o inexactos. El cálculo del balance de masa es probablemente la más poderosa de las herramientas para la validación de los datos, ya que permiten hacer un inventario de los flujos de materiales que entran o salen de un proceso productivo. Los mismos se realizan alrededor de las unidades de proceso, agrupaciones de equipos o equipos individuales con el fin de verificar la consistencia de los datos disponibles o averiguar un dato que falta. Los límites del balance se ajustarán en la medida de lo posible a unidades o equipos simples y se referirán tomando como base una unidad de tiempo (un día, una hora, etc.).

El balance de materiales establece que el peso total de los materiales que ingresan a un proceso (materia prima, insumos, energía, agua, etc.), es igual al de los productos, subproductos, residuos y emisiones que salen del mismo y se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Materias primas} - (\text{Productos} + \text{Subproductos}) = \text{Residuos} + \text{Emisiones}$$

Un balance de masa requiere de una sustancia que permita el vínculo y que sirva de base para medir la eficiencia de los procesos. La selección de esta sustancia puede ser en función de varios posibles parámetros como: un recurso caro, una sustancia peligrosa, un recurso común a la mayoría de los procesos, un parámetro fácil de medir o la sustancia que da sentido al proceso.

El balance de energía puede llevarse a cabo para cada tipo de combustible usado (electricidad, gas, diesel, fuel-oil etc.), debe registrar la cantidad consumida en un periodo de tiempo dado, junto con el costo por unidad y el costo total para el período, mostrando cuál de los combustibles se usa en cada área de operaciones.

El registro de las fuentes de los datos es importante, los mismos se tomarán sobre:

- Las cantidades y costos anuales del agua y las mayores entradas de materias primas.
- Las cantidades y costos de las entradas anuales de energía (gas, electricidad, combustibles líquidos).

- La producción anual de productos de la empresa.
- La cantidad anual de desperdicios materiales o emisiones y estimación de algunos costos asociados con estos desperdicios.

Los datos de producción, cantidad de bienes y servicios producidos en el período de un año son la base de los cálculos que se desarrollarán en la evaluación de P+L. Como los niveles productivos pueden variar, es conveniente referir los consumos y los desperdicios generados en términos de unidades de producción por tonelada de producto fabricado (kilogramos o m³ por toneladas).

Estos balances permiten completar los mapas de consumo del agua, la electricidad y el vapor, mostrando a donde van finalmente las cantidades de cada entrada, a su vez un mapa de consumo puede mostrar para un tipo de desperdicio sus varias fuentes de origen. En este paso se desarrolla un desglose de cantidades de cada entrada a la empresa y de cada salida de desperdicios.

2.3.2.4. Caracterización del proceso.

Es la descripción estructurada del proceso, lo suficientemente amplia como para dar un buen conocimiento de lo que está sucediendo, y lo suficientemente simple para ser una buena herramienta para realizar varias investigaciones en el proceso.

En este contexto, la palabra **proceso** se usa para referirse a una serie de actividades que de conjunto producen un resultado o producto en una empresa. Por ejemplo, en un proceso de producción puede ser producir accesorios para la iluminación.

Una **unidad de proceso** es un paso en el proceso de la empresa. Una unidad de proceso usualmente tiene una actividad central, por ejemplo, la conexión eléctrica en la producción de accesorios de iluminación, la impresión de una factura, el lavado de la ubre después de ordeñar una vaca.

La caracterización del proceso constituye la creación de un cuadro de los procesos y unidades de proceso de la empresa, destacando las principales entradas y salidas de cada unidad de proceso, y asignando cantidades y costos a cada entrada y salida identificada.

El resultado de la caracterización del proceso es un modelo ampliamente cuantitativo, el cual se utilizará en la identificación de las cantidades y costos de los desperdicios asociados con cada proceso.

2.3.2.4.1. Confeccionar los Diagramas de entrada y salida.

Después que han sido identificadas y cuantificadas las entradas y salidas de materiales y energía en cada unidad de proceso, así como definido donde se generan los desperdicios, se puede confeccionar el diagrama cuantitativo de entradas y salidas, el cual es ejemplificado en la figura 2.15.

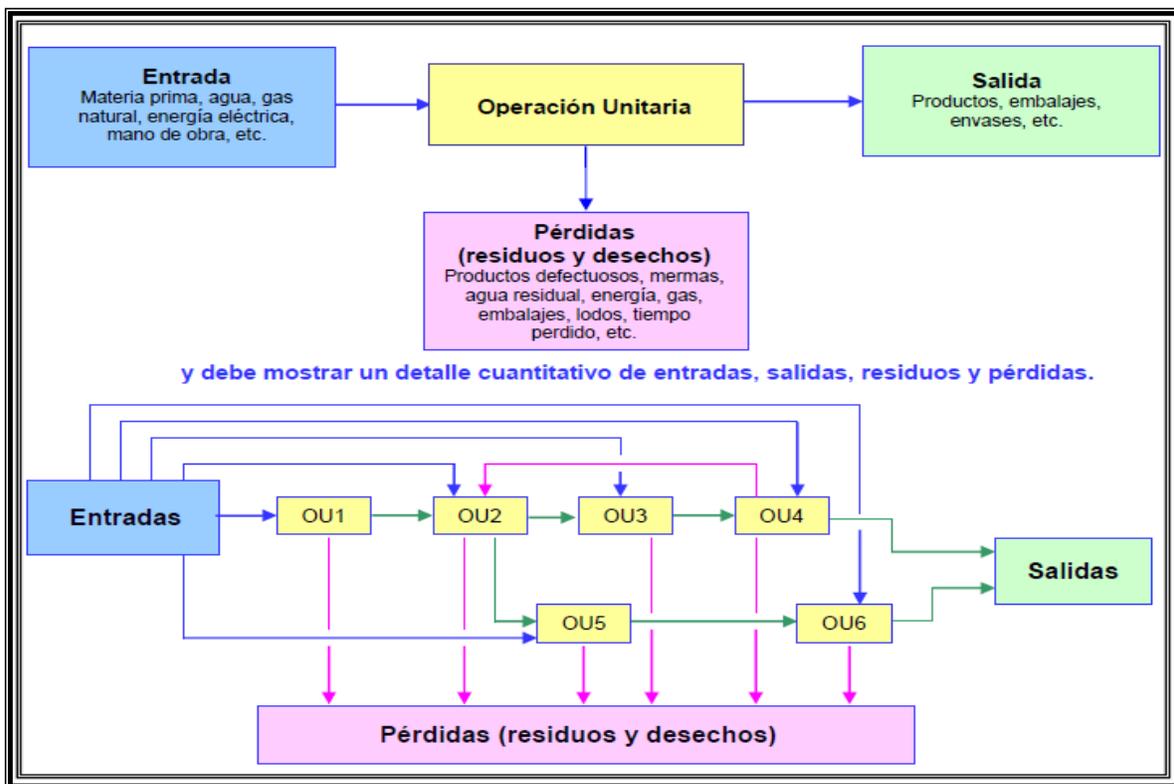


Figura 2.15: Esquema del diagrama de entrada salida. Fuente: (CPTS, 2005).

2.3.2.4.2. Confeccionar los mapas de consumo.

Un mapa de consumo es una representación gráfica de cada una de las entradas al proceso, mostrando a donde van finalmente las cantidades de cada entrada. Inversamente, un mapa de consumo puede mostrar para un tipo de desperdicio sus varias fuentes de origen.

2.3.2.5.Priorización de opciones.

En este paso se usará el resultado de los mapas de consumo y balances de materiales y energía para seleccionar aquellas entradas, desperdicios y unidades de proceso que provoquen los mayores costos a la empresa y por tanto ofrecen las mayores oportunidades para la mejora para lo cual se propone confeccionar una tabla de priorización la cual constituye un método muy simple de jerarquización de entradas y desperdicios de acuerdo con los costos respectivos para la empresa.

Los elementos de más altos costos son identificados como oportunidades para el mejoramiento, ya que pequeñas reducciones en ellos tendrán un mayor retorno financiero que grandes reducciones hechas en áreas de bajos costos. Además, se pueden tener en cuenta los siguientes factores para tomar la decisión final: la magnitud de los ahorros potenciales de las oportunidades ya conocidas por el equipo, problemas de costos relacionados con los desperdicios y los efectos medioambientales de los residuos, utilizando para ello el criterio de los expertos del equipo auditor.

2.3.2.6.Diagnóstico de causas.

Con el resultado de la priorización de opciones se deben identificar las causas que generan los principales problemas ambientales identificados. Esto será posible más eficazmente aplicando el método de "tormenta de ideas" y usando una herramienta conocida como el diagrama de Ishikawa o de Causa – Efecto, que es un método gráfico muy utilizado para relacionar un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generen.

2.3.2.7.Generación de opciones de P+L.

La generación de opciones es un proceso creativo, se realiza al igual que el diagnóstico de causa, trabajando de conjunto el equipo de P+L con personal seleccionado de la empresa y conduciendo la misma mediante "tormentas de ideas", herramienta muy usada para reflexionar en las maneras y medios de obtener soluciones para hallar oportunidades de mejoras. Se debe tener en cuenta al proponer las opciones establecer que la jerarquización en orden de efectividad descendente debe ser: evitar, reducir, reusar, reciclar, reformular y repensar.

Algunas de las opciones identificadas serán de aplicación inmediata, en especial las que solo implican cambios de gestión, mientras otras se podrán descartar inmediatamente. Serán identificadas otro grupo de opciones que requiere de un estudio para determinar su factibilidad.

2.3.3. Estudio de factibilidad

En esta fase el equipo debe emprender un chequeo detallado de las opciones de mejora encontradas en la categoría que se requiera para determinar cuáles sean las factibles a aplicar. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de mejora.
- Selección de las medidas a tomar.

2.3.3.1. Evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de P+L.

En la evaluación técnica debe considerarse el impacto que tendrán esas opciones en las tasas de producción, tiempos de operación, adición o eliminación de operaciones unitarias, capacitación adicional y/o cambio de personal. Para esto deben desarrollarse las siguientes actividades:

- Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada medida de P+L.
- Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada medida de P+L.

La factibilidad técnica de los cambios se determina en términos de la viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones unitarias; la disponibilidad o accesibilidad a tecnología, materias primase insumos, espacio físico, logística, servicios, etc. y las condicionantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto.

La evaluación ambiental está destinada a cuantificar el grado de reducción en la generación de emisiones, residuos, consumo de agua o de energía, consumo de materias primas etc. Como criterio de selección debe darse mayor peso a aquellas opciones cuya implantación, signifique una reducción de alta escala.

La evaluación económica tiene la finalidad de determinar si las opciones a implantar son rentables para la empresa. Existen varios tipos de conceptos financieros que pueden

ser utilizados para evaluar la factibilidad económica de una medida de Producción Más Limpia como son:

- Los conceptos de período de recuperación de la inversión y rentabilidad de la inversión, los cuales son utilizados para realizar evaluaciones económicas rápidas y sencillas.
- Los conceptos de valor actual y valor futuro, flujo de caja, valor actual neto (VAN), y tasa interna de retorno (TIR) para analizar inversiones más complejas.

2.3.3.2. Seleccionar opciones de P+L factibles de aplicar

La etapa final de la evaluación es la decisión sobre cuál de las opciones debe incluirse en el plan de mejoras de la empresa. Al momento de seleccionar las medidas a implementar, se debe analizar la relación costo beneficio de la inversión, así como el periodo de retorno de las acciones. Teniendo en cuenta que la P+L es un proceso de mejora continua las recomendaciones no son estáticas y dependerán de las condiciones de cada empresa que decidirá cuales implementar en función de los beneficios económicos, del ahorro de recursos o de la prevención de problemas ambientales.

2.3.4.Fase de Implementación.

La implementación de P+L es la aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua, es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos.

2.3.4.1. Definir el plan de acción de P+L.

Se requiere preparar un plan de acción de P+L que permita un adecuado control y seguimiento de las opciones de P+L factibles a aplicar. Por razones económicas, o de otro tipo, no todas las opciones halladas pueden tener una inmediata realización, entonces se determinará el momento oportuno para su ejecución.

El equipo de las Producciones más Limpias debe dar la primera prioridad a aquellas opciones que sean de bajos costos, fáciles de llevar a cabo y que sean un requisito previo para la aplicación de otras opciones, seguidas de otras más complejas.

Conclusiones Parciales:

1. Se realiza una descripción de las principales características técnico económicas de la Empresa Glucosa Cienfuegos, demostrándose que la misma es soporte fundamental para una serie de producciones básicas del resto de las industrias de la rama confitera, de conservas, lácteas, industrias textiles, del papel y para la fabricación de sorbitol.
2. La Empresa Glucosa Cienfuegos tiene una capacidad productiva de sus principales producciones de 12 500 toneladas anuales, efectuándose una producción realde las mismas, de aproximadamente 4 500 toneladas al año, explotándose al 36% de su capacidad real instalada.
3. Los procesos de esta industria generan un elevado volumen de residuales líquidos con alta carga orgánica, la cual desde su puesta en marcha se ha caracterizado por ser una de las más contaminantes de la bahía de Cienfuegos. Se generan además residuos sólidos, gaseosos y malos olores que afectan el entorno, por encontrarse dentro de uno de los perímetros urbanos más poblados de la ciudad.
4. Se propone la metodología de la ONUDI/PNUMA del año 1999, con las adaptaciones pertinentes a las condiciones de la empresa, para efectuar una Evaluación de P+L en el proceso productivo de separación, refinación, desaguado y secado para la obtención del almidón de maíz en la Empresa Glucosa Cienfuegos.

CAPÍTULO III: Análisis de los Resultados

3.0 Evaluación de P+L en la Planta de producción de almidón.

La evaluación del proceso productivo de almidón es básica e imprescindible para poder realizar la implementación de la P+L, al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo se analiza la situación general de la planta, se identifican los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua, las materias primas y la generación de residuos, así como sus efectos ambientales y económicos, determinándose las oportunidades de mejora.

3.1 Planificación y Organización

3.1.1 Obtención del compromiso de la dirección

La primera actividad realizada fue una reunión con el consejo de dirección y técnicos de la empresa donde se aborda la necesidad de realizar un estudio de los diferentes procesos en la fábrica con el objetivo de lograr disminuir la carga contaminante que llega a la Planta de Tratamiento de Residuales, así como disminuir los consumos de agua, energía y la emisión de gases y polvo a la atmósfera.

El compromiso de la alta dirección se resume en la declaración de la política ambiental de la empresa donde se expresa la voluntad de priorizar el cumplimiento de medidas para preservar el medio ambiente y su entorno, así como mitigar la contaminación y proyectarse en implantar un Sistema de Gestión Ambiental y de Ciencia e Innovación Tecnológica en función de solucionar los problemas ambientales.

3.1.2 Involucrar a los empleados

Para lograr este aspecto es vital mantener bien informados a los empleados sobre la marcha de la EP+L, para lo cual se decide, informar en los matutinos y reuniones sindicales la necesidad y situación exacta del desarrollo de la evaluación y su implementación en la planta de producción de almidón.

3.1.3 Organizar un equipo de Producciones más Limpias.

Se formó el equipo auditor de P+L en la empresa conformado por 12 compañeros con conocimientos, experiencia y las competencias necesarias, para realizar un análisis de

las prácticas de producciones actuales y proponer soluciones de mejora. Su composición se aprecia en el anexo H.

3.1.4 Identificar impedimentos y soluciones a la EP+L como un proceso.

A partir de una tormenta de ideas realizada con los miembros del equipo de P+L se definen los principales obstáculos que existen para realizar la EP+L en la planta de almidón.

- Insuficiente conocimiento sobre Producciones más Limpias del equipo de trabajo y personal general de la fábrica.
- Insuficiente educación ambiental de los trabajadores.
- Documentación técnica actualizada muy escasa.
- Insuficientes recursos materiales e incumplimiento del plan de mantenimiento.
- Carencias de medidores de flujo, manómetros de presión en los procesos.
- Ausencia de metro contadores para el consumo de agua y electricidad en las diferentes etapas de los procesos.
- Tecnología con más de 30 años de explotación.
- Deficiente funcionamiento de la Planta de Residuales.
- Exceso de carga contaminante en los residuales líquidos.
- Falta de recursos para acometer nuevas inversiones.

Como parte del programa se proponen posibles soluciones a realizar por el equipo evaluador.

- Capacitación al equipo y personal sobre Producciones más Limpias.
- Brindar información sobre los problemas ambientales existentes a directivos y trabajadores, así como capacitar a estos a través de un programa de educación y cultura ambiental.
- Búsqueda de documentación actualizada en centros especializados.
- Cumplir el plan de mantenimiento y reparaciones, no efectuar estos solo por roturas y mejorar la gestión de los recursos materiales.
- Gestionar con las empresas competentes para la instalación de metros contadores para agua y electricidad.
- Caracterizar sistemáticamente los residuales de la planta.

3.1.5 Decidir el enfoque de la Evaluación de Producción más Limpia.

- Alcance: el trabajo estará encaminado en las etapas integrales de separación, secado y empaque, correspondiente a la planta de almidón.
- Énfasis: La evaluación estará referida a las pérdidas de producto (almidón de maíz) así como lograr una reducción en los consumos de agua y energía.

3.2 Evaluación en Planta.

La evaluación en planta es crucial en la implementación de la P+ L, ya que se determina la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima así como sus efectos financieros y ambientales.

3.2.1 Colectar información básica.

Para obtener la información básica y necesaria en la EP+L del proceso tecnológico se siguieron los siguientes pasos:

1. Identificación de las entradas de materias primas, agua y energía en el proceso productivo.
2. Identificación de las salidas del proceso productivo.
3. Identificación de los destinos finales.
4. Determinación de los niveles de recirculación interna.

En la sección objeto de estudio se desarrollan dos procesos principales que son la separación y lavado así como la deshidratación y secado del almidón, con una etapa final de empaque y almacenaje. En esta etapa aparece como materia prima fundamental la lechada de almidón crudo que se transforma en almidón refinado y gluten este último será tratado como un residual no deseable y evitable. En estas etapas intervienen además, el agua el vapor y la electricidad. Para obtener un producto final que es el almidón seco. La caracterización de las entradas y salidas del proceso en estudio, aparecen en el anexo I.

3.2.1.1. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP).

El proceso de producción de almidón comprende varias unidades de proceso, cuya secuencia actual se muestra con sus correspondientes entradas y salidas en la fig.3.1.

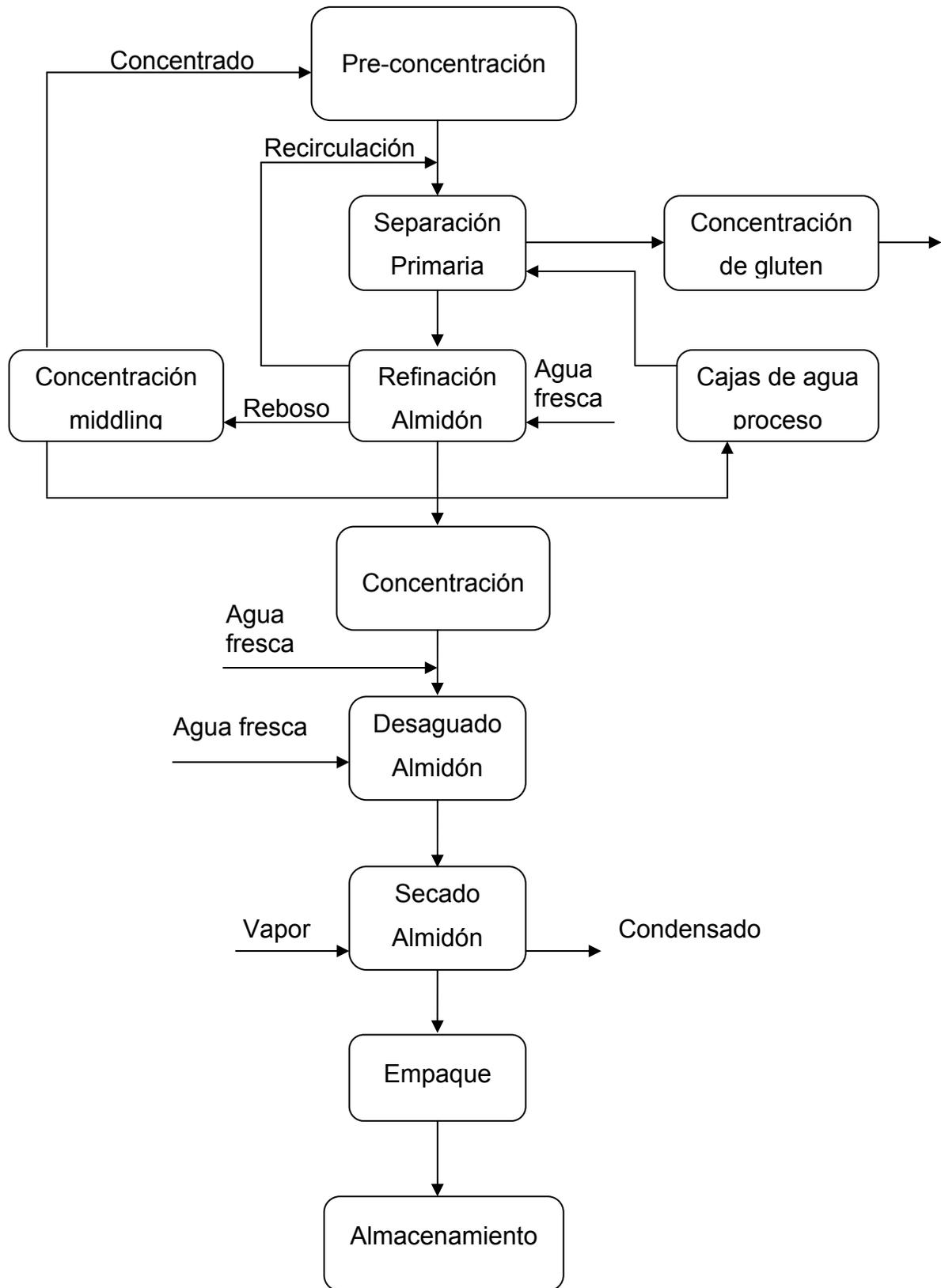


Figura.3.1 Diagrama de flujo de proceso. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Reconocimiento de Planta.

Al realizarse un recorrido por las secciones de separación, secado y empaque en la planta objeto de estudio, se pudo apreciar que la planta de almidón ha sido objeto de modificación en el diseño del proceso inicial ya que se encuentran equipos fuera de línea por no contar con las piezas de repuesto para su puesta en marcha. Con la exploración en planta se define el inventario de malas prácticas que se efectúan en estas etapas, las cuales se relacionan a continuación.

1. Derrame de producto por salideros en tuberías, visores, entredós y férulas.
2. Salideros de producto por empaquetaduras en bombas de trasiego.
3. Planta CIP (limpieza química) fuera de servicio.
4. Maquinas centrifugas fuera de servicio (mala separación).
5. La regulación automática en la entrada de agua fuera de servicio (se hace de forma manual).
6. Salidero de agua por sellos mecánicos.
7. Falta de instrumentación en controles de máquinas centrifugas.
8. No existe una frecuencia de limpieza de las máquinas.
9. Herramientas para desarmar las maquinas en mal estado técnico.
10. El concentrador de gluten fuera de servicio, el gluten va hacia residuales.
11. Uso de platos no idóneos en el concentrador.
12. No existe un mantenimiento preventivo de las máquinas.
13. Derrame de producto en las cajas de agua de proceso.
14. Perdida de agua cuando se realiza el lavado de la tela de forma manual (sistema de spray fuera de servicio).
15. Falta de RPM en el filtro de almidón y tornillos de alimentación no existen variadores de velocidad (disminución de la capacidad).
16. Problemas con la cuchilla raspadora del filtro (influye en el desprendimiento correcto de la torta para controlar la humedad).
17. Tubería de retorno que va hacia el tanque de almidón crudo tupida.
18. Tela de filtrado con mala calidad.
19. No hay mangueras ni escobillones para la limpieza de las telas.
20. Falta de controles automáticos para regular el baumé.

21. Salidero de productos por conductos.
22. Falta de insulación en el secador de almidón.
23. Deterioro de los tubos en el intercambiador de calor.
24. Escape de partículas de almidón a la atmosfera por encontrarse el depurador húmedo fuera de servicio.
25. Salidero de polvo fino de almidón por deterioro de las juntas en toda la instalación.
26. Salidero de producto en maquina envasadora.
27. Extractores de aire, solo trabaja 1 de 3.
28. Fuera de servicio el agitador, por lo que no se puede dar más capacidad al silo de almidón.
29. Amontonamiento de pallet en área de trabajo.
30. Piso resbaladizo.

En el anexo J se muestran fotos tomadas durante el reconocimiento de planta, las cuales evidencian lo antes expuesto.

Mediante una tormenta de ideas con técnicos y especialistas de la empresa se seleccionaron las 8 principales causas de las 30 detectadas en el recorrido por la planta, las cuales se les dio un orden de prioridad como se muestra en la tabla 3.1, así como un resumen de los problemas que las causan. Ver anexo K.

Tabla 3.1 Selección de los problemas identificados.

Orden	Problemas identificados.
1	Maquinas Centrifugas fuera de servicio.
2	Falta de instrumentación en controles de máquinas centrifugas.
3	Depurador húmedo fuera de servicio.
4	Salidero de agua por sellos mecánicos.
5	No existe un mantenimiento preventivo de las máquinas.
6	Derrame de producto en las cajas de agua de proceso.
7	Falta de regulación en el sistema de desaguado.
8	Planta CIP fuera de servicio.

3.2.2.1. Elaboración de la matriz DAFO

Al terminar el recorrido, mediante tormenta de ideas, se identifican las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades con que cuenta el proceso objeto de estudio, lo cual se resume en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Matriz DAFO Empresa Glucosa Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia

Diagnostico Interno

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Contar con la única línea de producción de su tipo en el país.	Tecnología atrasada y pocas inversiones en el proceso tecnológico.
Encontrarse la empresa finalizando la implantación del perfeccionamiento empresarial.	Insuficiente explotación de la capacidad potencial instalada por falta de materia prima.
Adecuada preparación técnica y profesional del Consejo de Dirección.	Poca estabilidad en el proceso productivo por diversas causas.
Buena calidad de sus producciones.	Mala capacitación de los operarios.
Se realizan en la empresa producciones de goma que sustituyen importaciones y permiten contar con piezas de repuesto.	Falta de recursos materiales, para la producción, venta y mantenimientos.
Personal técnico con buena calificación.	No se encuentra implantado ningún sistema de gestión de la calidad.
Contar con una capacidad instalada en la industria capaz de satisfacer las demandas del mercado.	No se encuentra certificado el laboratorio, ni el personal que en él trabaja.
Espíritu innovador de los trabajadores y directivos.	Funcionamiento deficiente de la planta de tratamiento de residuales líquidos.
Disposición de directivos y empleados de la necesidad de resolver los impactos ambientales provocados por la fábrica.	Escasa automatización e instrumentación en el proceso productivo.
Se concluyó el proceso de reordenamiento laboral.	Alta fluctuación de la fuerza de trabajo.
Incremento del nivel de importancia en el sector.	Bajo nivel de ingreso de los trabajadores.

Diagnostico externo

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Decisión del país de fortalecer la recuperación de la industria de producción de alimentos	La contratación de materias primas a proveedores extranjeros es lenta como consecuencia del bloqueo.
Ubicación geográfica de la empresa	La calidad de la materia prima fundamental (maíz) no siempre es la requerida para su procesamiento
Garantía de mercado para sus producciones.	La empresa provoca contaminación ambiental debido al tratamiento ineficiente de sus residuales líquidos.
Demanda creciente e insatisfecha de sus producciones.	Aumento del precio de las materias primas fundamentales como consecuencia de la crisis económica mundial.
Cooperación con otros organismos de la administración del estado.	Difícil adquisición de piezas de repuesto en el mercado nacional e internacional y aumento del precio de los mismos.
Preparación de tres especialistas y un dirigente en la empresa sobre el tema de las P+L.	Posibilidad de egresos de fuerza de trabajo hacia el polo petroquímico.
Condiciones externas favorables para créditos y financiamientos.	Sostenido aumento de los precios externos de otros insumos, equipos y piezas.
Integración del país al ALBA.	Lenta adaptación a los mecanismos de trabajo del MINAL.

3.2.3 Balances de materiales y energía.

La tabla que resume los parámetros y flujos para cada etapa del proceso con los datos obtenidos de la documentación técnica de la planta, registros del laboratorio, instrumentos de medición del proceso tecnológico, así como los resultados de mediciones hechas en el lugar se muestran en el anexo L.

Los balance de masa y energía se realizan tomando como base una hora de trabajo y teniendo en cuenta la lechada de almidón crudo que entra al proceso como sustancia común y que se convierte en almidón seco durante el mismo. anexo M.

3.2.3.1. Balance del consumo de materias primas en el proceso

En la recolección de la información se toman las entradas de materia prima al proceso productivo tomando como referencia el año 2010 para el estudio.

En la tabla 3.2 donde se desglosan los datos acerca del consumo de la materia prima en la sección seleccionada, incorporamos el maíz que en el proceso en estudio no actúa como materia prima directa, pero en el proceso de obtención del almidón es la materia prima fundamental.

Tabla 3.3. Comportamiento del consumo materia prima. Año 2010.

Materia prima	U/M	Consumo	Índice consumo plan	Índice consumo real
Maíz	T	3 210,446	2,0 t / t	2,1 t / t
Lechada crudo	T	2 059,785	1,20 t / t	1,35 t / t
Sacos	U	77 391,1	51 u / t	50,7 u / t
Hilo	U	69,54	222 m / t	214 m / t

El consumo real de los sacos con respecto al plan se encuentra por debajo de la norma porque en el transcurso del año se generó 16 Toneladas de almidón que no se realizó salida de sacos, estas se encontraron por sobre peso del saco.

También se puede observar que debido a la ineficiencia del proceso se consume mucho más lechada de almidón que el planificado.

3.2.3.2 Balance del consumo de agua en el proceso.

El agua que se consume en la empresa es agua potable procedente del acueducto. El consumo de la misma en la empresa se tiene de forma global al existir solo un metro contador a la salida de la cisterna.

En las figuras 3.2 y 3.3 se grafican respectivamente el comportamiento del consumo de agua en la empresa para el año 2010 y la producción en toneladas totales, así como un diagrama de dispersión que relaciona ambas variables.

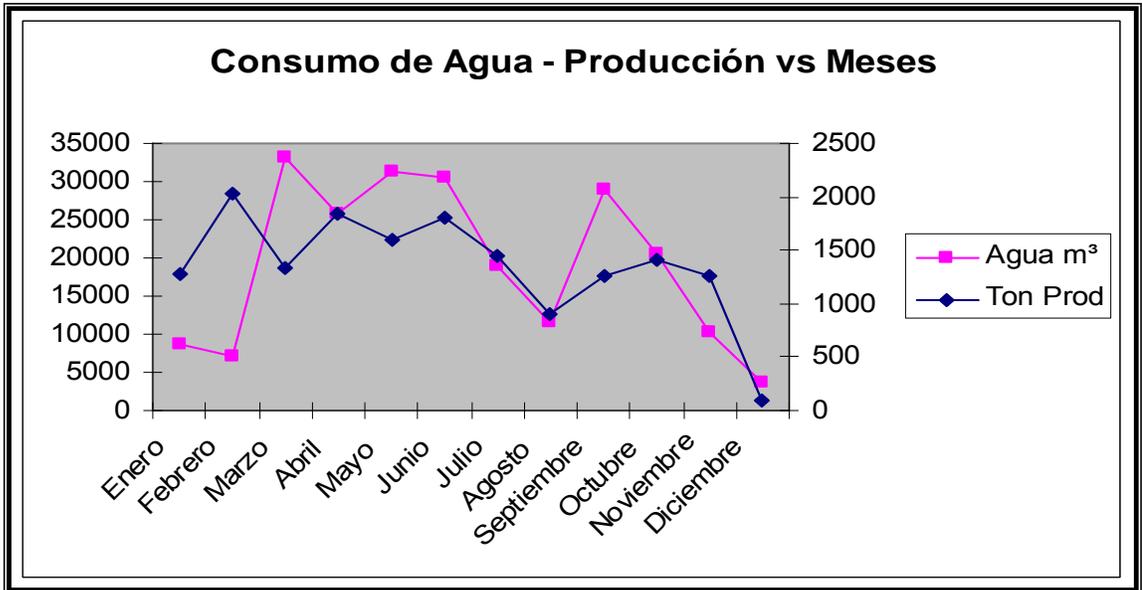


Figura 3.2: Comportamiento del consumo de agua contra producción.

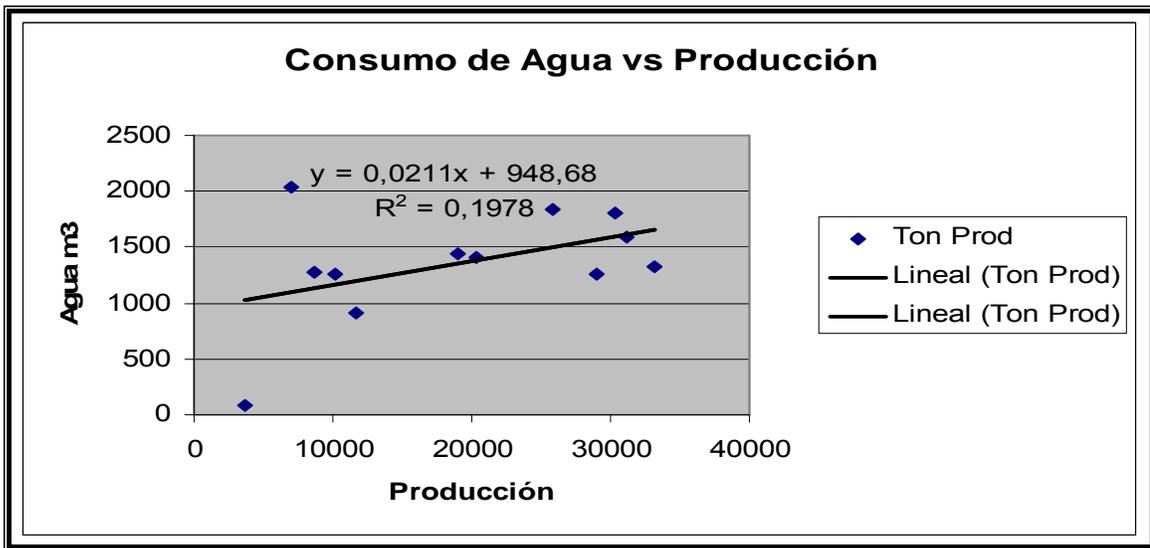


Figura 3.3: Diagrama de consumo de agua contra producción.

En ambos diagramas se observa que no existe correspondencia entre el consumo de agua mensual y la producción en toneladas. A continuación se representan, en el diagrama de la figura 3.4, las principales etapas donde se consume agua en el proceso de producción de almidón.

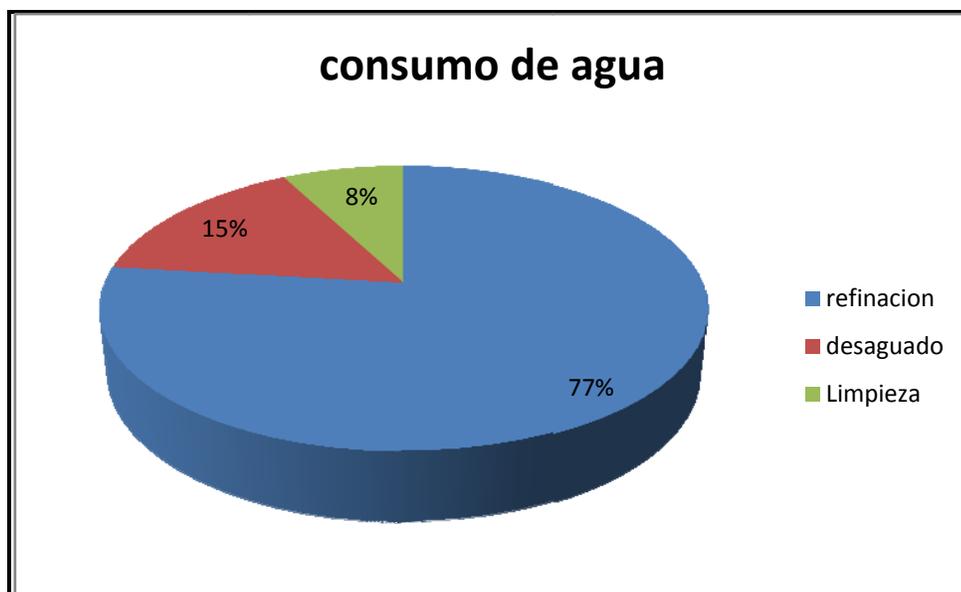


Figura 3.4 Mapa de consumo de agua.

Se evidencia mediante este diagrama que la sección de refinación es la mayor consumidora de agua en el proceso ya que en esta área ocurre el lavado del almidón en las maquinas centrifugas que son grandes consumidoras de agua.

Para determinar el consumo de agua anual estimado para el objeto de estudio durante el 2010 se tuvo en cuenta el flujo de agua consumido en cada una de las etapas del proceso, determinados mediante los balances de masa efectuados y teniendo en cuenta el tiempo de trabajo por cada una de ellas, el cual aparece reflejado en los libros de incidencias de la planta, además se calculó el agua utilizada para la limpieza de la planta y equipos.

Los resultados obtenidos tomando como base la producción anual de almidón para el 2010 se resumen en la tabla 3.4 El costo asociado se calcula según el precio promedio del agua que aparece en la ficha de costo del producto.

Tabla 3.4 Balance de entrada de agua. Fuente: Elaboración Propia

Producción de almidón	Consumo de agua	Índice Consumo real	Costo de la tonelada (0,30)
1 525,767 T	31 991,83 m ³	20,96 m ³ /T	\$ 6,28

En agua se gastó de forma general en la empresa \$ 89 552,40 y en la producción de almidón el gasto fue de \$ 9 597,549 lo que equivale al 10,7 % del consumo total.

En esta etapa de la producción de almidón el agua que se utiliza se recircula en su mayoría en las cajas de agua de proceso por lo que no se genera un residual importante por este concepto.

3.2.3.3 Balance del consumo de energía eléctrica en el proceso.

La energía eléctrica que llega a la fábrica es corriente trifásica de 440v y con 60Hz de frecuencia, el consumo de la misma en la empresa se tiene de forma global al existir un solo metro contador que registra el consumo para todas las áreas.

Para el año 2010 el comportamiento del consumo de energía eléctrica se comporta de forma proporcional con la producción, a través de los diferentes meses, como podemos apreciar en la figura 3.5.

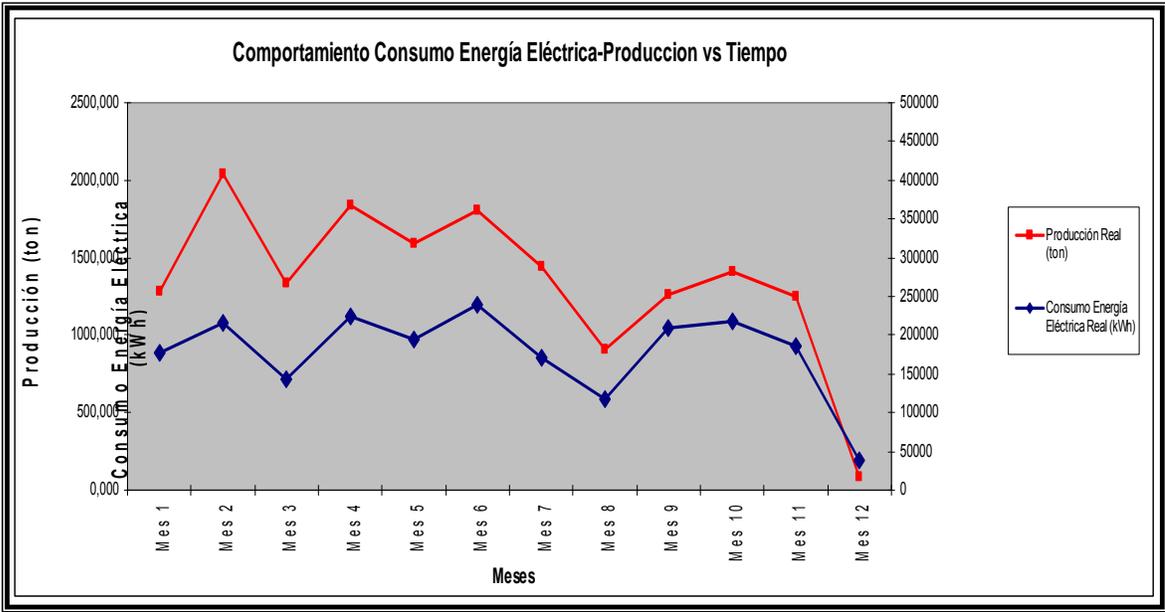


Figura 3.5 Comportamiento del consumo de energía eléctrica y la producción

El diagrama de dispersión de la figura 3.6 permite establecer la correspondencia entre el consumo de energía eléctrica en kWh y la producción total en toneladas por meses durante el propio año 2010, pudiéndose apreciar que existe una tendencia a la correlación lineal entre el consumo de electricidad y la producción mensual que permite

corroborar la utilización del índice de consumo expresado en kWh por tonelada de producto final como un indicador de eficiencia energética en la empresa para el uso de la electricidad.

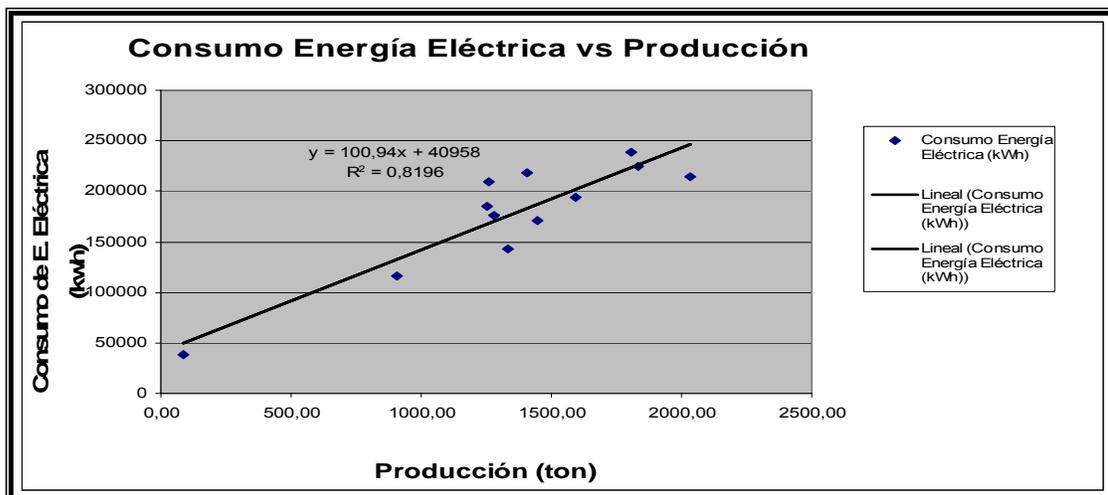


Figura 3.6 Diagrama de consumo de energía eléctrica contra producción.

En la figura 3.7 se muestran las principales etapas donde se consume energía eléctrica en el proceso estudiado.

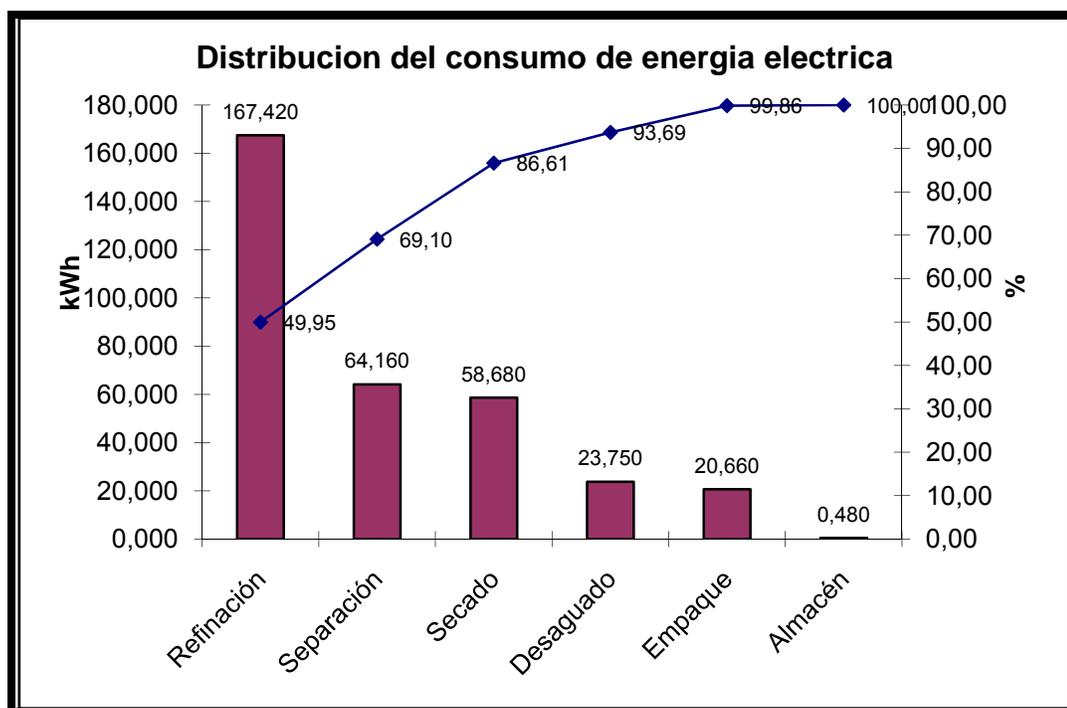


Figura 3.7 Mapa de consumo de energía eléctrica.

Al analizar el diagrama se definen las áreas de mayor consumo de energía eléctrica en el proceso, que se corresponden con la etapa de refinación y separación del almidón.

Para determinar el consumo de energía eléctrica anual estimado del proceso objeto de estudio durante el 2010 mostrado en la tabla 3.6. se utilizaron datos obtenidos durante el reconocimiento de la planta del consumo de electricidad por equipos y se tuvo en cuenta los tiempos trabajados por cada una de las secciones que comprenden dicho proceso, los cuales aparecen reflejados en los libros de reportes de incidencias de la planta. El costo asociado se calcula según el precio promedio de la energía que aparece en la ficha de costo del producto.

Tabla 3.5 Balance e Indicadores para el consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración Propia

Consumo anual	Costo por Tonelada	Índice Consumo Plan	Índice Consumo Real
861,586mWh	\$ 140	0,40mWh/T	0,56mWh/T

El consumo de energía eléctrica en el proceso de almidón durante el año 2010 representa el 40,20% del consumo total de la empresa. Se puede apreciar que el índice de consumo de energía eléctrica se encuentra por encima del planificado debido a que hay equipos fundamentalmente motores en el área de refinación que son grandes consumidores.

3.2.3.4 Balance del consumo de fuel oil en el proceso

El fuel oil se utiliza para la generación del vapor consumido en el proceso, el consumo del mismo se encuentra registrado por las mediciones efectuadas en los tanques de combustibles de alimentar a las calderas de forma general global para toda la fábrica. Durante el año 2010 el comportamiento del consumo de fuel oil en la empresa se comporta de forma proporcional con las toneladas producidas en los diferentes meses, como podemos apreciar en la figura 3.8.

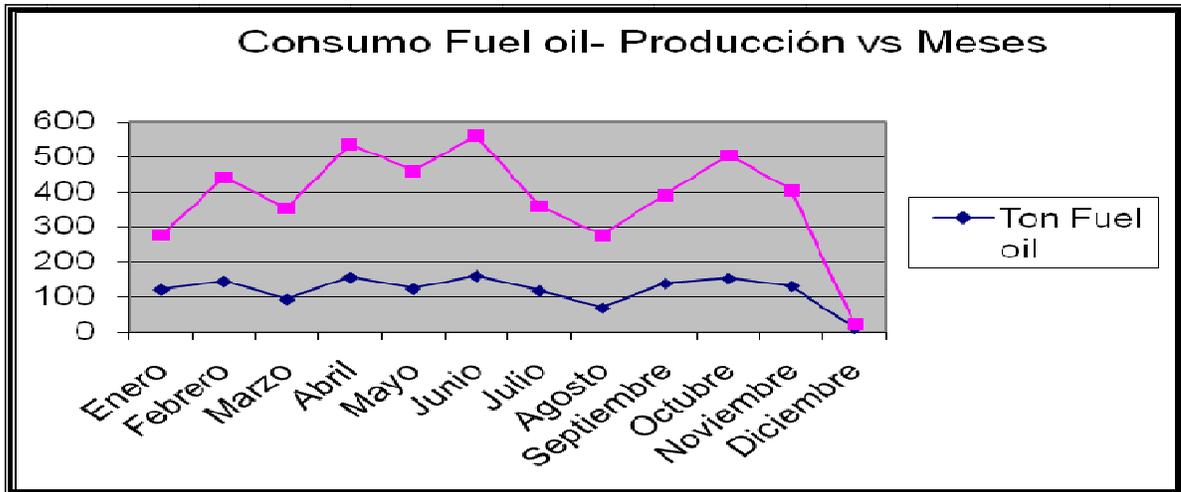


Figura 3.8 Comportamiento del consumo de fuel oil y la producción.

Mediante el diagrama de dispersión que se aprecia en la figura 3.9 se puede establecer la correspondencia entre el consumo de toneladas de fuel oil y la producción en toneladas mensuales para el período analizado.

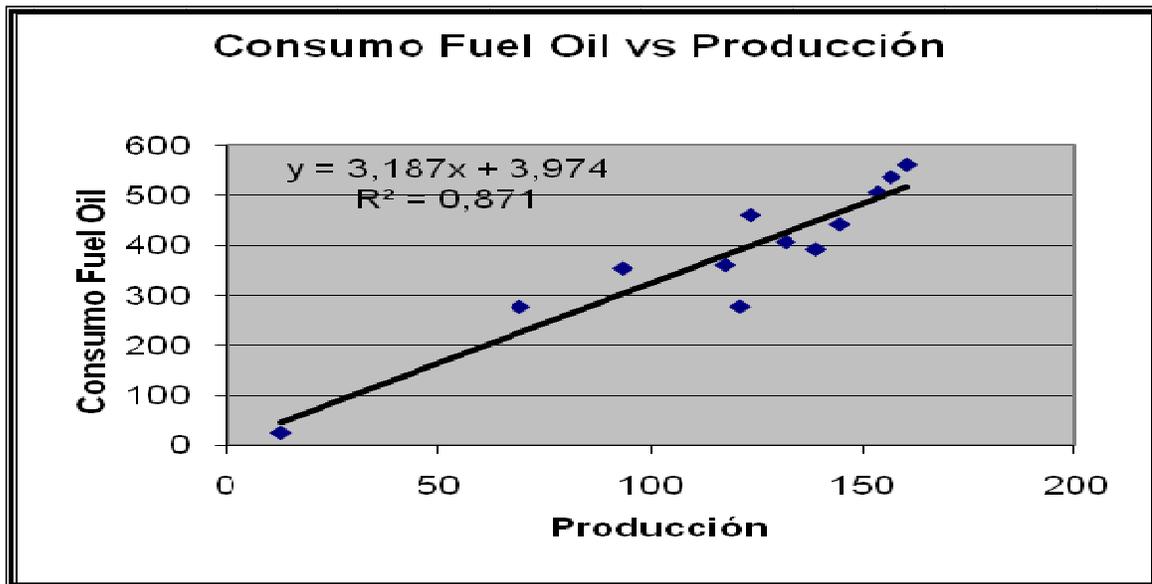


Figura 3.9 Diagrama de consumo de fuel oil contra producción.

En el diagrama anterior se observa una tendencia a la correlación lineal entre los consumos de fuel oil y la producción mensual, con un adecuado coeficiente de correlación que permite corroborar la utilización del índice de consumo de combustible por toneladas producidas como un indicador de eficiencia energética en la empresa para el uso del fuel oil.

En toda esta etapa solamente se consume vapor en la sección de secado de almidón la cual cuenta con un intercambiador de calor para caldear el aire que se mezcla con el almidón.

Para determinar el consumo de fuel oil anual estimado del proceso objeto de estudio durante el 2010 mostrado en la tabla 3.7 se utilizaron datos del consumo de vapor por equipos obtenidos del balance de energía efectuado, además se tuvo en cuenta el tiempo trabajado por la sección que comprende dicho proceso reflejado en el libros de reportes de incidencias de la planta. El costo asociado se calcula según el precio promedio del fuel oil que aparece en la ficha de costo del producto.

Tabla 3.6 Balance e Indicadores para el consumo de fuel oil. Fuente: Elaboración Propia

Consumo anual	Costo por Tonelada	Índice Consumo Plan	Índice Consumo Real
226 T	\$ 100,34	0,328 T/T	0,148 T/T

El consumo de fuel oil en el proceso de almidón durante el año 2010 representa el 15,87 % del consumo total de la empresa. Aunque como se aprecia, el índice de consumo del mismo se encuentra por debajo del establecido, existen potencialidades para el ahorro de energía ya que se aprecia durante el reconocimiento en planta que existen salideros y dificultades en el aislamiento térmico en las tuberías conductoras de vapor.

Los cálculos de las pérdidas de vapor estimados se muestran en el anexo N, los cuales fueron realizados según el Manual del Buró Energético del Ministerio de la Industria Alimentaria, del año 1995 y en la tabla 3.8 se resumen las pérdidas anuales por este concepto para el proceso estudiado y referidas además por tonelada de almidón producida.

Tabla 3.7 Balance de las pérdidas de fuel oil anuales.

Pérdidas anual de fuel- oil	Costo de la pérdida anual	Fuel oil perdido por tonelada	Costo por tonelada
12,22 T	\$8 117,08	8,20 L/T	5,32 \$/T

Las pérdidas de vapor representan el 5,40 % del consumo anual de este proceso, ya que por este concepto se pierden 8,20 litros de fuel oil por tonelada de almidón producida, por lo que existen potencialidades para disminuir los consumos de fuel oil y los costos en la planta objeto de estudio.

3.2.3.5 Balance del Producto Final

El almidón de maíz constituye la salida fundamental del proceso, el cual debe cumplir las especificaciones de calidad resumidas en el anexo Ñ. Durante el periodo analizado uno de los principales indicadores de calidad de este producto se comporta según se muestra en el gráfico 3.10.

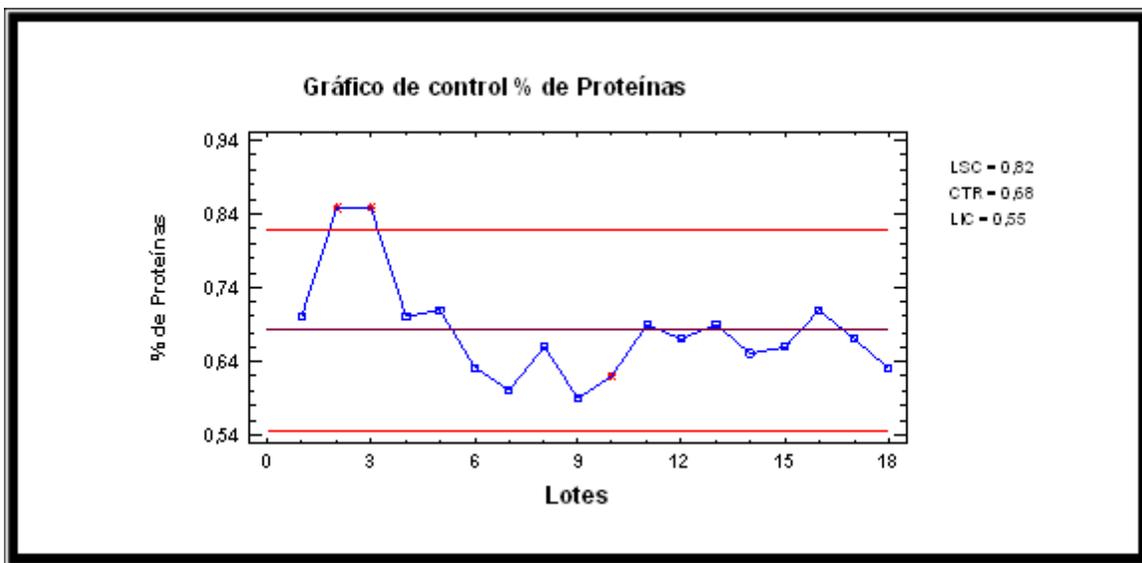


Figura 3.10 Diagrama de control del % de proteína.

Como se aprecia en el diagrama esta característica solo en algunas ocasiones se encuentra fuera de las especificaciones de calidad.

Los indicadores productivos para este producto tomado de los informes de producción durante el 2010 se resumen en la tabla 3.10.

Tabla 3.8 Indicadores para la producción de almidón.

Producto	U/M	Plan	Real
Almidón	T	1 679	1 525,767

3.2.3.6 Balance de los residuales líquidos generados

Esta etapa está diseñada para recuperar todos los residuales líquidos que se generen en el proceso, entre los cuales encontramos el agua de lavado la cual se recupera en las cajas de proceso para su reutilización, el agua de condensado proveniente del secador de almidón que se recupera y se incorpora a la caldera, completando así un ciclo de recuperación, el cual será eficiente o no en dependencia de condiciones objetivas y subjetivas. En el recorrido por la planta se pudo apreciar que no obstante presentar un ciclo cerrado existen deficiencias que generan una pequeña cantidad de residual líquido, como es el desbordamiento de las cajas de aguas de proceso, salideros por válvulas, juntas y sellos mecánicos.

Entre el residual líquido más importante que presenta esta etapa encontramos el gluten, que normalmente tendría que ser considerado un subproducto de salida del proceso, el cual se concentra y se vende como alimento animal. Pero al encontrarse la maquina centrífuga que concentra esta proteína fuera de servicio el gluten pasa íntegramente a la planta de residuales.

Para realizar la cuantificación de este residuo líquido mostrada en la tabla 3.11 se toma en cuenta el resultado de los balances de masa, el tiempo de operación de las unidades de proceso donde se genera el residuo y el costo del producto final.

Tabla 3.9 Balance de salida del residual líquido.

Residual líquido	UM	Cantidad anual	Costo anual (\$) 200,10 \$ x ton
Gluten	T	438,00	87 643,8

3.2.3.7 Balance de los Residuos sólidos generados.

El residuo sólido generado en la planta de almidón es la resultante de los salideros de producto seco, principalmente en el área de empaque donde se genera la mayor cantidad de almidón conocido normalmente como barredura. Esto está condicionado por el mal estado técnico de la máquina de empaque.

En la tabla 3.12 se muestra la cuantificación total de este residuo teniendo en cuenta el balance de masa y el pesado de los mismos.

Tabla 3.10 Balance de los residuos sólidos para el año 2010

Residuos sólidos	UM	Cantidad anual	Costo anual (\$)
Barredura de almidón	T	7,03	4 178,632

3.2.4 Confección de los diagramas de entradas y salidas.

En el diagrama de entradas y salidas de la figura 3.11 se muestra gráficamente para cada unidad de proceso, cuales son las entradas de materiales y energía al proceso y cuáles son las salidas. Hay que asegurarse de que en cada unidad de proceso, para cada entrada debe haber la correspondiente salida. Si hay algún cambio en el peso de una materia prima o en un producto, hay que contabilizar la diferencia y asegurarse de que está incluida en el diagrama de entrada / salida. Hay que recordar incluir las aguas de lavado, emisiones a la atmósfera, polvos y cualquier tipo de contaminación.

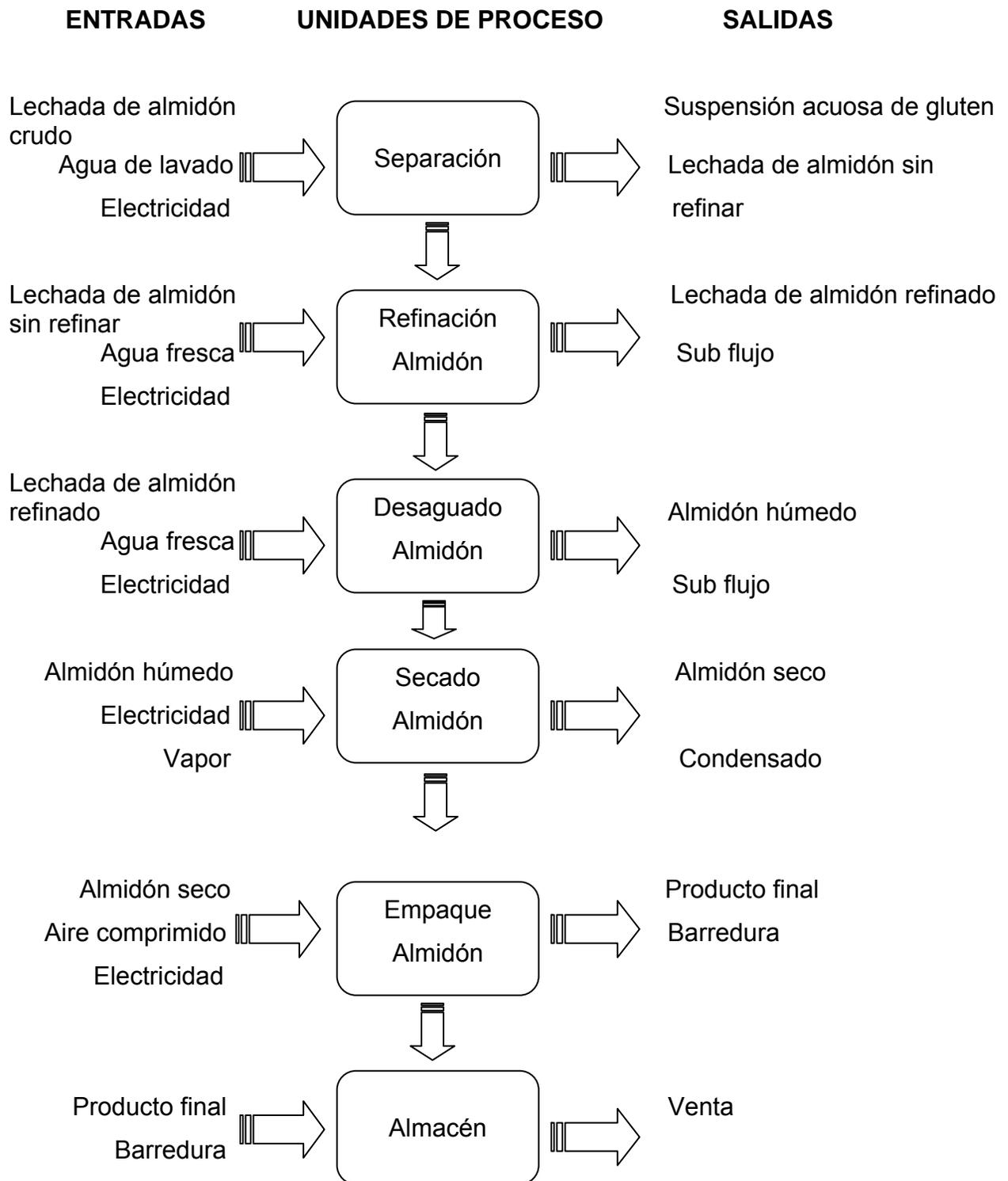
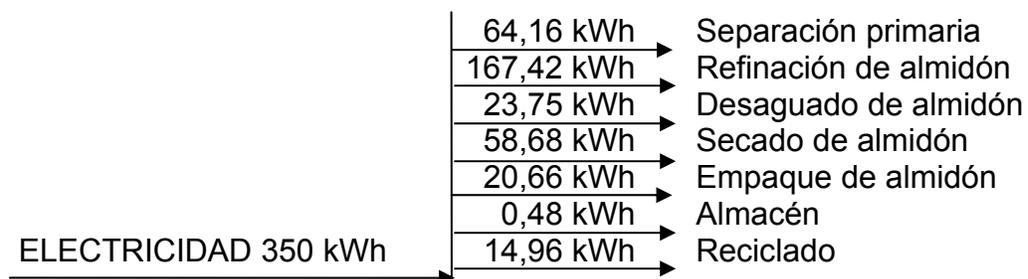


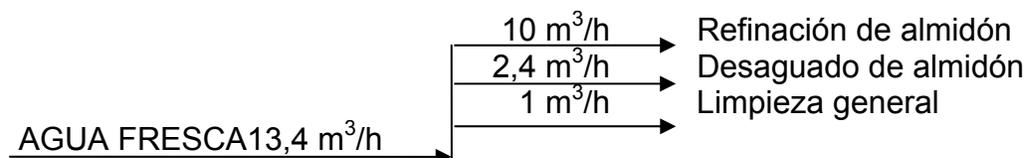
Fig. 3.11 Diagrama de entrada y salida del proceso.

3.2.5 Confección de los mapas de consumo.

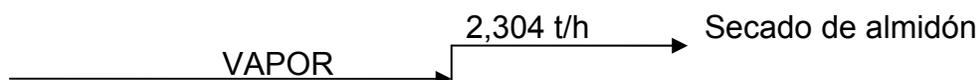
MAPA DE CONSUMO DE ELÉCTRICIDAD



MAPA CONSUMO DE AGUA FRESCA



MAPA CONSUMO DE VAPOR



3.2.6. Priorización de opciones.

Luego de caracterizar el proceso se muestra en la tabla 3.13 un resumen de los consumos y costos asociados de las materias primas y materiales utilizados, así como de los desperdicios generados, en el proceso objeto de estudio durante el año 2010. En esta tabla se realiza la jerarquización desde el punto de vista económico y ambiental de los aspectos que más impactan, mediante el criterio de los expertos, lo cual permite identificar las oportunidades para lograr el mejoramiento y la sustentabilidad a largo plazo en el proceso estudiado.

Tabla 3.11 Tabla de Jerarquización de Opciones

Elementos	Cantidad anual	Costo anual (MP)	Índice por Tonelada	Jerarquía Económica	Jerarquía ambiental
Consumo de Materias primas (T)	2.059,78	1.101,030	1,35 T/T	1	2
Consumo de Agua (m ³)	31.991,83	9.597	20,96 m ³ /T	5	4
Consumo de Electricidad (mWh)	861,586	215.396	0,56mWh/T	2	3
Consumo de Fuel oil (T)	226	153.228	0,148 T/T	3	6
Generación de Residuos Líquidos (T)	610	90.683	0,40T/T	4	1
Generación de Residuos sólidos (T)	7,03	4.178	4,60 Kg./T	6	5

3.2.7. Diagnóstico de causa.

Establecidas todas las entradas y salidas, así como la ubicación y generación de los residuales del proceso, a través de la recopilación de datos, confección de diagramas, balances de materiales y energía, así como la aplicación de técnicas de criterios de expertos, es posible identificar los principales problemas ambientales.

Se aprecia que los principales problemas ambientales identificados por los expertos del equipo de P+L y corroborados con los balances están definidos como.

- Generación de grandes volúmenes de residuales líquidos que provocan contaminación de las aguas de la bahía.
- Alto consumo de materia prima por deficiencia del proceso.
- Elevado consumo de corriente en la sección por la prolongación del tiempo de trabajo para lograr los parámetros óptimos y el uso de motores ineficientes.
- Elevado consumo de agua en el proceso.
- El consumo de fuel y los residuos sólidos pueden mejorarse.

Todos estos problemas ambientales son el efecto de varias causas las cuales se lograron identificar en el proceso, principalmente con el reconocimiento de la planta hecho por el equipo de P+L, las cuales se resumieron las más significativas y se explican en el anexo K.

3.2.8. Generar opciones de P+L

Una vez definidos las causas de los problemas ambientales fundamentales, mediante la técnica de “tormentas de ideas” se generan las oportunidades de mejoras posibles a aplicar en el proceso objeto de estudio. Para las cuales son aplicables las siguientes opciones.

3.2.8.1. Buenas prácticas operativas.

Conjunto de procedimientos encaminados a mejorar y optimizar los procesos productivos y de servicios.

Involucra un cambio de actitudes que busca el manejo apropiado y racional de los recursos utilizados como el agua, la energía, las materias primas e insumos mediante una cultura empresarial adecuada. Más económicas y de fácil implementación.

1. Instalar medidores de consumo para el agua, la energía eléctrica y el vapor.
2. Eliminar fugas por salideros de vapor, agua y producto.
3. Mantener una estrecha comunicación de los jefes de turno con el operador de calderas para operarlas en función de la demanda de vapor en la planta.
4. Reparar los servicios sanitarios con problemas en los herrajes.
5. Reparar los pisos para evitar acumulación de productos y disminuir el consumo de agua.
6. Implementar medidas de eficiencia energética en los motores y equipos.
7. Activar sistema de espray y depurador húmedo.
8. Utilizar adecuadamente la luz natural colocando láminas traslucidas.

3.2.8.2. Gestión y práctica del personal

1. Garantizar una adecuada capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo, así como disponer en los mismos de los manuales de procedimientos de operación.
2. Establecer un programa de seminarios de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de producción más limpia.
3. Establecer un adecuado sistema de mantenimiento preventivo industrial.
4. Identificación de puntos críticos dentro del mantenimiento de los equipos.
5. Establecer un sistema de gestión y control de la calidad en la planta de almidón.
6. Control y registro de los consumos por procesos, en planta y demás áreas.

3.2.8.3. Modificación de la tecnología.

Estas opciones serán analizadas en la etapa del estudio de factibilidad.

Simple y económicas acciones.

1. Aislamiento de tuberías de vapor.
2. Colocar gatillos de cierre rápido en las mangueras utilizadas para la limpieza.
3. Reparación del intercambiador de calor.
4. Sustitución de empaquetaduras por sellos mecánicos de fabricación nacional.
5. Recuperación del concentrador de gluten.

Complejos cambios en el proceso productivo.

6. Cambio de centrifugas por hidrociclones en refinación.

3.3 Análisis de factibilidad.

3.3.1 Evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de P+L que lo requieren.

Tabla 3.12 Evaluación técnica, económica y ambiental de opciones de P+L

Opción	Aspecto técnico	Aspecto económico		Aspecto ambiental
		Beneficio \$	Inversión \$	
1	Aislar térmicamente 75 metros de tubería para vapor.	8 117,08	1 891	Se reduce el consumo de fuel oil en 12,22 toneladas anuales.
2	Colocar gatillos de cierre rápido en mangueras para agua de limpieza.	613,44	78,15	Se reduce el consumo de agua en 806,4 m ³ al año.
3	Reparación del intercambiador de calor.	55 831	9 132	Se reduce el consumo de fuel oil en 59 toneladas anuales.
4	Sustitución de empaquetaduras por sellos mecánicos de fabricación nacional.	6 204,65	350	Se reduce la generación de residuales líquidos en 171 809 litros anuales.
5	Recuperar el concentrador de gluten con la compra de piezas de repuesto.	87 643	1 631,86	Se reduce la generación de residuales líquido en 438 toneladas anuales.

Se analizan las opciones propuestas a través de un estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental. Se escogerán aquellas opciones que son viables en estas tres vertientes.

Primeramente se resume en la tabla 3.14 la evaluación de las opciones más simples de mejoras, que a pesar de estar enmarcado dentro del cambio de tecnología requieren un análisis menos extenso teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos, y ambientales en los cuales inciden para decidir la factibilidad de su ejecución, apreciándose que todas las opciones propuestas son factibles de aplicar para lograr la mejora del proceso productivo, disminuir los consumos de materias primas y materiales y los costos de producción. Los cálculos efectuados para completar este estudio se muestran en el anexo O.

La opción de aplicación de un cambio más complejo en el proceso productivo lleva una evaluación más extensa, se le realiza un análisis técnico y económico más profundo, debido a sus muy altos costos de inversión, falta de conocimientos en cuanto a la tecnología y requerimientos de mayores cambios en el proceso.

Debe considerarse que al efectuarse cambio de tecnología, los trabajadores, técnicos y directivos recibirán capacitación y preparación adicional, incidiendo en la mejora de la gestión del proceso.

El proceso de refinación es de suma importancia en la obtención del almidón, por lo que las técnicas utilizadas en el mismo deben ser compatibles con el desarrollo tecnológico y la conservación del medio ambiente.

Como opción de P+L se propone la sustitución de las máquinas centrifugas del área por hidrociclones, no solo por ser una tecnología actual sino por el estado deficiente de las separadoras, las cuales trabajan fuera de parámetros.

Para realizar el desarrollo y evolución técnica del proyecto de cambio de tecnología se analizan las ventajas que ofrece la instalación del sistema de hidrociclones en este centro productivo y las mejoras con relación al aprovechamiento de la materia prima, agua, electricidad, disminución de generación de desperdicios, calidad mejorada del producto, y la disminución de los gastos.

El sistema de lavado por hidrociclones es aplicable a la refinación de lavado a contra corriente, en operaciones multietápicas, para diferentes tipos de almidones, obtenidos a base de maíz, proporciona una mayor eficiencia del proceso lo que hace que el rendimiento del equipo por tonelada de almidón purificado sea mayor que con las maquinas centrifugas.

Tabla 3. 13 Modelo de hidrociclón propuesto:

Modelo	Tipo	Rango de capacidad de lavado en toneladas de DS de almidón refinado x Días.
MOCL -99 -10/ 15	III	30 – 117

Consumo de agua: 2 ton x ton de DS almidón refinado.

De 4 a 12 etapas de lavado según aplicación.

El cálculo de los parámetros del Hidrociclón se realiza con los datos, aportado por el fabricante, en la figura 3.12 se muestra el modelo de Hidrociclón que se propone instalar dentro de los tipos existentes por clasificación.



Fig.3.12 Hidrociclón tipo MOCL -99 -10/ 15. Fuente: (Sino_ Technology).

Consumo y calidad de materia prima: Esta en dependencia de una serie de factores como son.

- Números de etapas de lavado.
- Cantidad de agua de lavado usada.
- Cantidad de impurezas después del lavado.

Una de las características principales de los hidrociclones está el amplio rango de capacidades de lavado en el equipo propuesto está en el orden de 30 a 117 toneladas de almidón refinado.

En estos momentos la capacidad de refinación de almidón con las centrifugas está en el orden de las 46 toneladas de materia seca (DS) por 24 horas.

Consumo de agua: El agua requerida es de 2 toneladas x toneladas de DS de almidón refinado, en la actualidad se refinan 1,93 toneladas x Horas de DS de almidón con un consumo de 10 000 litros, para esa misma cantidad de almidón refinado con hidrociclones se necesitarían 3 860 litros.

Tabla 3. 14. Consumo de agua para un total de 2 460,91 Hrs de trabajo.

Equipo	Consumo de agua anual m ³	Costo \$	Ahorro anual \$
Hidrociclón	9 499	2 849,7	4 533
Centrifuga	24 609	7 382,7	X

Consumo de energía eléctrica.

El área de refinación es la mayor consumidora de energía eléctrica dentro de la sección estudiada, con tres motores de alto consumo encargados de accionar las centrifugas, más las bombas de trasiego. Con la introducción de un sistema de hidrociclones el consumo disminuye notablemente ya que solo interviene el consumo de las bombas.

Tabla 3. 15. Consumo de energía eléctrica para un total de 2 460,91 Hrs de trabajo.

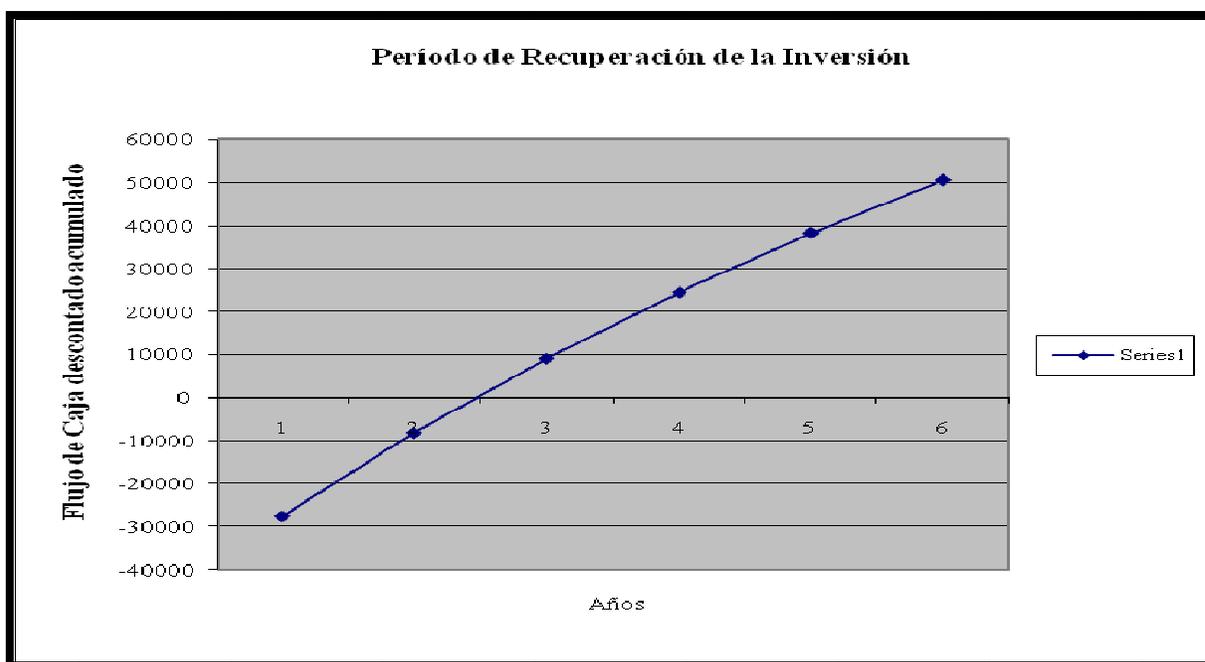
Equipo	Consumo de energía kWh	Consumo anual mWh	Costo \$	Ahorro anual \$
Hidrociclón	40	98,436	24 609	78 133
Centrifuga	167	410,971	102 742	X

Evaluación económica de la inversión más compleja.

Tabla No 3.16. Se muestran los pronósticos de gastos e ingresos para la inversión.

Concepto	Años				
	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos por ventas	885 000	885 000	885 000	885 000	885 000
Costos de Producción	629 450	629 450	629 450	629 450	629 450
Utilidad Marginal	255 550	255 550	255 550	255 550	255 550
Gastos Generales	14 065	14 065	14 065	14 065	14 065
Utilidad bruta	241 485	241 485	241 485	241 485	241 485
Impuestos sobre la renta (36 %)	86 934,6	86 934,6	86 934,6	86 934,6	86 934,6
Utilidad neta	154 550,4	154 550,4	154 550,4	154 550,4	154 550,4
Depreciación 6 %	-9 600	-9 600	-9 600	-9 600	-9 600
Flujo neto efectivo	164 150	164 150	164 150	164 150	164 150
Inversión inicial	160 000				
VAN	537.476,61 €				
TIR	69 %				
PRI	2 años				

Grafico 3.1 Periodo de recuperación de la inversión.



Como se puede observar el VAN ≥ 0 por lo que es atractiva la inversión propuesta con TIR de 69 % >TMAR 16 % y un tiempo de recuperación de dos años.

Además la tecnología de hidrociclones nos ofrece:

- Requiere menos espacio (módulos compactos).
- Fácil inspección de las unidades en servicio.
- Control constante de los parámetros de operación.
- Eficiencia energética.
- Fácil instalación.
- Largo ciclo de vida del equipo.
- Fácil mantenimiento.
- Se reducen las fibras y las proteínas solubles se lavan con niveles más bajos de agua fresca.

3.4 Aplicación

3.4.1 Plan de mejora de Producción más Limpia

Acciones	Responsable	Fecha
1. Garantizar una adecuada capacitación de los operarios en sus puestos de trabajo.	Jefe de Recursos Humanos	Permanente
2. Desarrollar un programa de capacitación para operarios, especialistas y directivos en materia de producción más limpia	Especialista de Medioambiente.	Inmediato
3. Establecer un adecuado sistema de mantenimiento preventivo industrial.	Jefe de Mantenimiento.	Inmediato
4. Identificar puntos críticos dentro del mantenimiento preventivo industrial.	Especialista Principal.	Inmediato
5. Establecer un sistema de gestión y control de la calidad en la planta de almidón.	Especialista de Calidad	30-6 2013
6. Instalar medidores de consumo para el agua, la energía eléctrica y el vapor por planta de trabajo.	Especialista Energético	30-6-2012

7. Eliminar fugas por salideros de vapor, agua y producto	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
8. Mantener comunicación de los jefes de turno con el operador de calderas para operarlas en función de la demanda de vapor en la planta.	Jefes de Turno	Inmediato
9. Reparar los servicios sanitarios con problemas en los herrajes.	Jefe de Mantenimiento	Inmediato
10. Reparar los pisos para evitar acumulación de productos y disminuir el consumo de agua.	Jefe de Planta	30-4-2012
11. Implementar medidas de eficiencia energética en motores y equipos.	Especialista Energético	31-12.12
12. Seccionalizar el alumbrado de las áreas que lo requieren (ej.: almacén.)	Especialista Energético	30-12-2012
13. Recuperar el aislamiento térmico en las tuberías de vapor	Jefe de Mantenimiento	30-8-2012
14. Sustitución de empaquetaduras por sellos mecánicos.	Jefe de Mantenimiento	30-12-2012
15. Recuperación del concentrador de gluten	Jefe de Mantenimiento	30-6-2012
16. Activar sistema de spray en depurador húmedo.	Jefe de Mantenimiento	30-12-2012
17. Comprar láminas traslucidas para aprovechar luz natural.	Inversionista	30-12-2012
18. Reparar intercambiador de calor.	Jefe de Mantenimiento	30-12-2012
19. Colocar gatillos de cierre rápido en las mangueras utilizadas para la limpieza de la planta.	Jefe de Producción	30-4-2012
20. Sustitución de máquinas centrifugas por hidrociclones	Director de U.E.B	30-12-2013

Conclusiones Parciales

1. En relación a la etapa de planeación y organización se puede resumir que se logra comprometer a la alta dirección y a los empleados, se conforma el equipo auditor y se determinan los obstáculos para realizar la evaluación de P+L en el objeto de estudio, así como se proponen soluciones para poder enfrentarlos.
2. Un análisis de identificación y caracterización de las materias primas del proceso estudiado concluyó que el consumo se comportó por encima de lo planificado en 228,86 toneladas de almidón crudo debido a diversas causas, de las cuales podemos señalar como las que tienen una mayor incidencia: la ineficiencia del proceso, las roturas por falta de un mantenimiento adecuado al carecer de las piezas de repuesto necesarias y también que se encuentra fuera de línea una separadora centrífuga.
3. Un análisis de los consumos de agua del proceso evaluado evidenció que el área de refinación es la mayor consumidora, y en la etapa de forma general se consumen al año 31 991,83 m³ de agua para un gasto de \$ 9 597,549 lo que equivale al 10,7 % del gasto total, con la introducción de las mejoras se ahorran 16 073 m³ anuales.
4. Un análisis del balance energético en el proceso concluyó que el consumo de energía eléctrica en la etapa objeto de estudio fue de 861 mWh al año representado el 40,20 % del consumo total por lo que el índice de consumo real se comporta por encima del índice de consumo establecido para el área, de 0,40 mWh/Toneladas a 0,56 mWh/Toneladas a pesar que este índice se estableció incorporando otras áreas de la planta, lo que da una medida del sobreconsumo de corriente que existe, fundamentalmente en la sección de refinación, con la introducción de las mejoras se ahorran 365 mWh anuales.
5. En cuanto al consumo de fuel oil el índice de consumo está por debajo del planificado no obstante con la aplicación de mejoras en la etapa se logran ahorrar 71 toneladas de petróleo en el año.
6. El estudio y cuantificación de los residuales generados en el proceso mostró que se generan en este proceso 610 m³ anuales de residuales líquidos, siendo las principales causas, el concentrador de gluten fuera de servicio, salidero de producto

7. Un análisis de priorización a partir del resultado de los balances efectuados, así como de los mapas de consumo y corroborado mediante el criterio de los especialistas del equipo de P+L jerarquizó 6 elementos desde el punto de vista económico y ambiental, determinándose dar la mayor prioridad en lo ambiental a: solucionar el problema del volumen de residuales líquidos generados en el proceso, a disminuir los consumos de materia prima, energía y agua. Siendo determinadas las causas que provocan estos problemas por los especialistas.
8. Se presentan 14 opciones de P+L como opciones de aplicación inmediata, siendo clasificadas 8 como de buenas prácticas operacionales y 6 encaminadas a elevar la gestión y práctica del personal.
9. Se presenta un análisis de factibilidad de las opciones propuestas más polémicas en cuanto a su factibilidad económica que incluyen 6 de cambios tecnológicos, 5 de simples y económicos cambios y 1 de acción más compleja.
10. Se evidencia con la implementación de las P+L un ahorro anual de 257.722 MP por concepto de ahorro de materias primas y portadores energéticos, por la valorización de residuos se incrementan los ingresos por un valor de 94.861 MP anuales y disminuye la contaminación ambiental por la generación de residuales líquidos

Conclusiones generales

1. Se demuestra mediante el estudio bibliográfico realizado las posibilidades de aplicar técnicas de producción más limpia en industrias alimentarias, similares a la fábrica objeto de estudio obteniéndose beneficios económicos y ambientales.
2. Se propone una metodología para realizar una evaluación de producciones más limpias, basada en la propuesta por el PNUMA, en el proceso productivo de obtención de almidón de maíz de la Empresa Glucosa Cienfuegos, la cual reúne los requisitos generales y específicos necesarios para su aplicación.
3. Un análisis de materias primas, energía, agua, y fuel oil demostró que se pierde en el año 2010 en la sección estudiada:
 - ✓ 154 toneladas de maíz y 228 toneladas de almidón crudo.
 - ✓ 365 mWh de energía eléctrica.
 - ✓ 16 073 m³ de agua fresca.
 - ✓ 71 Toneladas de fuel oil.
4. Los especialistas identificaron en el área objeto de estudio XXX malas prácticas industriales, realizando posteriormente una evaluación de la importancia de las mismas.
5. Durante la Evaluación en Planta se identificaron como los principales problemas ambientales a resolver mediante un programa de P+L son: la generación de residuales líquidos, el sobre consumo de materia prima, corriente eléctrica y agua coincidiendo con el criterio de los especialistas.
6. La Evaluación de Producciones Más Limpias efectuada en el proceso, apoyada por un estudio de la factibilidad técnica y económica de las opciones de mejora propuestas permitió definir las potencialidades estimadas de mejora como:
 - ✓ Reducción del consumo de agua en: 52,9 %
 - ✓ Reducción del consumo de energía eléctrica en : 42,32 %
 - ✓ Reducción del consumo de fuel oil: 31, 41 %
 - ✓ Reducción del volumen de los residuales líquidos: en 610 m³.

Recomendaciones:

1. Lograr que la dirección de la empresa ponga en práctica las medidas de P+L propuestas en el proceso estudiado, para obtener los beneficios económicos y ambientales estimados.
2. Integrar este trabajo al resto de las investigaciones en esta materia realizadas en otras secciones de la fábrica de glucosa.
3. Completar este trabajo realizando en investigaciones futuras un estudio integral de la eficiencia y eficacia de la planta de tratamiento de los residuales líquidos de la empresa, lo cual será el complemento de los planes de mejora propuestos al permitir que los residuales líquidos que no se pueden evitar sean tratados eficientemente.
4. Socializar este trabajo a través de publicaciones y eventos científicos de manera que cumpla con los objetivos académicos e investigativos de esta maestría.

Bibliografía.

Referencias Bibliográficas.

- A.B (1980). The alfa_laval hydrocyclone system. Alfa _ Laval Separation AB. Tumba, Sweden .
- Acuña, S. (2010). El maíz y su transformación en harina. Recuperado a partir de <http://www.monografias.com/trabajos16/maiz-harina/maiz-harina.shtml>.
- CNPMLTA. (2009). “¿qué es pml?”. Recuperado a partir de [http : // www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiagraIPML/cap1.pdf](http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiagraIPML/cap1.pdf).
- Alfa _ Laval. (1980). Instrucciones de manejo. Expediente Técnico de la Empresa Glucosa Cienfuegos.
- Alvarado, E. (2009). *Guía de producciones mas limpias para el procesamiento de caña de azucar*, 92. Honduras: AGA.
- Álvarez Baldoquín, D. (2009, Diciembre). La producción más limpia: una herramienta indispensable., *Revista Electrónica Granma Ciencia*(Vol.13, No.3).
- Ayes, G. (2006). *Desarrollo sostenible y sus retos*. La Habana: Cientifico Tecnica.
- CET. (2003). Guía de producción más limpia. Centro de Eficiencia Tecnológica. Recuperado a partir de [http:// www.cpts.org/prodlimp/guias/Lima.htm](http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Lima.htm).
- Colectivo de autores. (2009). ¿Que es la producción más limpia?. Consejo Nacional de la Empresa Privada. Recuperado a partir de <http://www.conep.org.pa/prodlimpia/templates/quepl.php>.
- Colectivo de autores. (2009). Manual de producción más limpia un paquete de recursos de capacitación. Unidad de Industria y Medio Ambiente del PNUMA en Francia. Recuperado a partir de <http://www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp03b.pdf>.
- Colectivo de autores. (1992). Plan de acción de la cumbre de la tierra. Recuperado a partir de [http:// www.medioambiente.cu/PNMAD.pdf](http://www.medioambiente.cu/PNMAD.pdf).
- Contreras, A. (2009). Tecnologías: derivados del maíz. Recuperado a partir de www.seicontreras.com.ar.
- García, E. (2008). Producciones más limpias conceptos y antecedentes . Programa Buenos Aires produce más limpio.

- Giménez, J. (2010). Molienda de maíz. Recuperado a partir de <http://www.monografias.com/trabajos35/molienda-maiz/molienda-maiz.shtml>.
- GRULL, D. (2010). Tecnología en la fabricación del almidón.
- GTZ. (2007). Guía de buenas prácticas de gestión empresarial (bge) para pequeñas y medianas empresas. Recuperado a partir de <http://www.gtz.de/en/dokumente/sp-sl-Competitividad-empresarial-larga.pdf>.
- Hauke, G. (2006). Separación de partículas mediante hidrociclón. Amf . Universidad de Zaragoza.
- Laval Group. (2008). Lecture the alfa laval px separators short introduction. . Alfa Laval. Industrial Separation Division.
- López Bastida, E. (2003). La ecoeficiencia en las empresas de producción y servicio. Santi Spiritus.
- López Bastida, E. (2007). Ecoeficiencia en el contexto de la globalización: un reto de la empresa latinoamericana para alcanzar el desarrollo sostenible. En Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos.
- López, M. (2002). Proceso de elaboración. Recuperado a partir de marxlopez@sistemasdecolombia.com.
- Martínez, J. (2005). *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos*. Montevideo.
- Masera, D. (2004). *La producción mas limpia y el consumo sustentable en america latina*. México: PNUMA.
- Ochoa, G. (2007). *Las producciones más limpias en la gestión empresarial*. . La Habana: Félix Varela Universo Sur.
- Orcés, E. (2003). Aplicación de la metodología de producciones más limpias en una empresa alimenticia. *Revista Tecnológica*, Vol. 17 .
- Paredes, O. (1999). El almidón: lo comemos, pero no lo conocemos. Perspectivas LR.
- Peláez, O. (2008). La hora de la pml. Recuperado a partir de <http://www.granma.cubaweb/secciones/ciencia/ciencia>.

- Pino Alvarez, A. (2008). Servicio informativo sobre producción más limpia dirigido al usuario. Recuperado a partir <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos>
- Quiminet. (2006). Secado por aspersion. Información y Negocios. Recuperado a partir de www.Quiminet.com.
- Rigola, M. (1998). *Producción +limpia*, 63 -75. Rubes.
- Rivera, A. (2002). *Producción más limpia en cervecería ténima*. .
- Serrano, H. (2006). Protección ambiental y producción mas limpia, *Universidad Para Todos* (Suplemento Especial).
- Suarez, A. (2007). Programa nacional sobre medio ambiente y desarrollo. Recuperado a partir de [http:// www.medioambiente.cu/PNMAD.pdf](http://www.medioambiente.cu/PNMAD.pdf) .
- Trawinski, H. (1973). Aplicaciones y funcionamiento practico de los hidrociclones. , *ERAL: Equipos y Procesos*.

Bibliografía.

Agencia de Medio Ambiente. (1998). Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante. CIGEA.

Argentina. Ministerio de Salud y Ambiente de Nación. (2009). Indicadores Ambientales. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de seguimiento. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado a partir de <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/>

Bifani, P. (1993). *Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible*. España: Ed. Madrid.

Brown, P. (1998). *Climate, Biodiversity and Forest*. Estados Unidos: Climate, Biodiversity and Forest.

Cabrera Mendoza Rosario. (2010). Manual de Calidad. Empresa Glucosa Cienfuegos.

Caraballo Maqueira Leonel. (2002). La presencia de la concepción de producción más limpia en la legislación ambiental cubana.

Castillo, J. (2004). Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile. Recuperado a partir de <http://www.redpml.cu>

Cascio, J. (1996). Guía ISO 14001: Las nuevas normas internacionales para la administración ambiental. Ed. McGraw-Hill. México.

Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (2006). Guía técnica general de Producción Más Limpia. Bolivia. Recuperado a partir de <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiagraIPML/cap1.pdf>

Colectivo de Autores. (1999a, Junio). Producción Limpia y Diseño de Productos-Sistema Complejo y Política Ambiental de Productos. *Revista Universidad Eafit*, 26 - 28.

Colectivo de Autores. (2001). Centro Mexicano Para La Producción Más Limpia.

Recuperado a partir de <http://www.cmpl.ipn.mx/>

Colectivo de Autores. (2004). Manual de Introducción a las Producciones Más Limpias en la Industria. Centro Nacional de Producciones Más Limpias. Guía de producciones más limpias. INCONTEC.

Colectivo de Autores. (2009c). Implementación de las tecnologías para Producciones Más Limpias, monografía. Universidad de Pinar del Río.

Colectivo de Autores. (2009e). Pollution Prevention Act of 1990. Senado de los Estados Unidos. Recuperado e a partir de <http://epw.senate.gov/PPA90.pdf>

Colectivo de Autores. (2009h). Una historia de Producción más Limpia. Cleaner Production International. Recuperado h a partir de <http://www.cleanerproduction.com/>

Colectivo de Autores. (2010a). *Balance Económico de la Empresa Glucosa Cienfuegos*. Empresa Glucosa Cienfuegos.

Colectivo de Autores. (2010c). El Maíz. Recuperado a partir de <http://www.monografias.com/trabajos/elmaiz/elmaiz.shtml>

Colectivo de Autores. (2010d). El maíz y sus tipos de cultivos. Recuperado d a partir de <http://web.educastur.princast.es/proyectos/grupotecne/asp1/investigacion/vermensajebbb.asp?idmensaje=1542>.

Colectivo de Autores. (2010f). Tecnologías del trigo, maíz. Recuperado f a partir de <http://www.herbario.com.br/cie/universi/teoriacont/1003amid.htm>.

Colectivo de Autores. (2011b). Gestión ambiental y sostenibilidad. Producciones limpias y estrategia ambiental en la empresa CUPET. CUPET. Las Tunas.

Cuba. Comité Estatal de Normalización. (1999). *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres DE TRATAMIENTO. PROCESO TECNOLÓGICO y al alcantarillado. Especificaciones.*

Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (1998). Elementos Metodológicos Para La Introducción De Prácticas De Producción más Limpia. Alternativas Para El Aprovechamiento Económico De Residuales. Centro de información, divulgación y educación ambiental.

International Resources Group (IRG), & Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras. (2008). Guía de producción más limpia. Cultivo y procesamiento de tilapia. Recuperado a partir de http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/guia_de_pl_de_tilapia_22_08_08.pdf

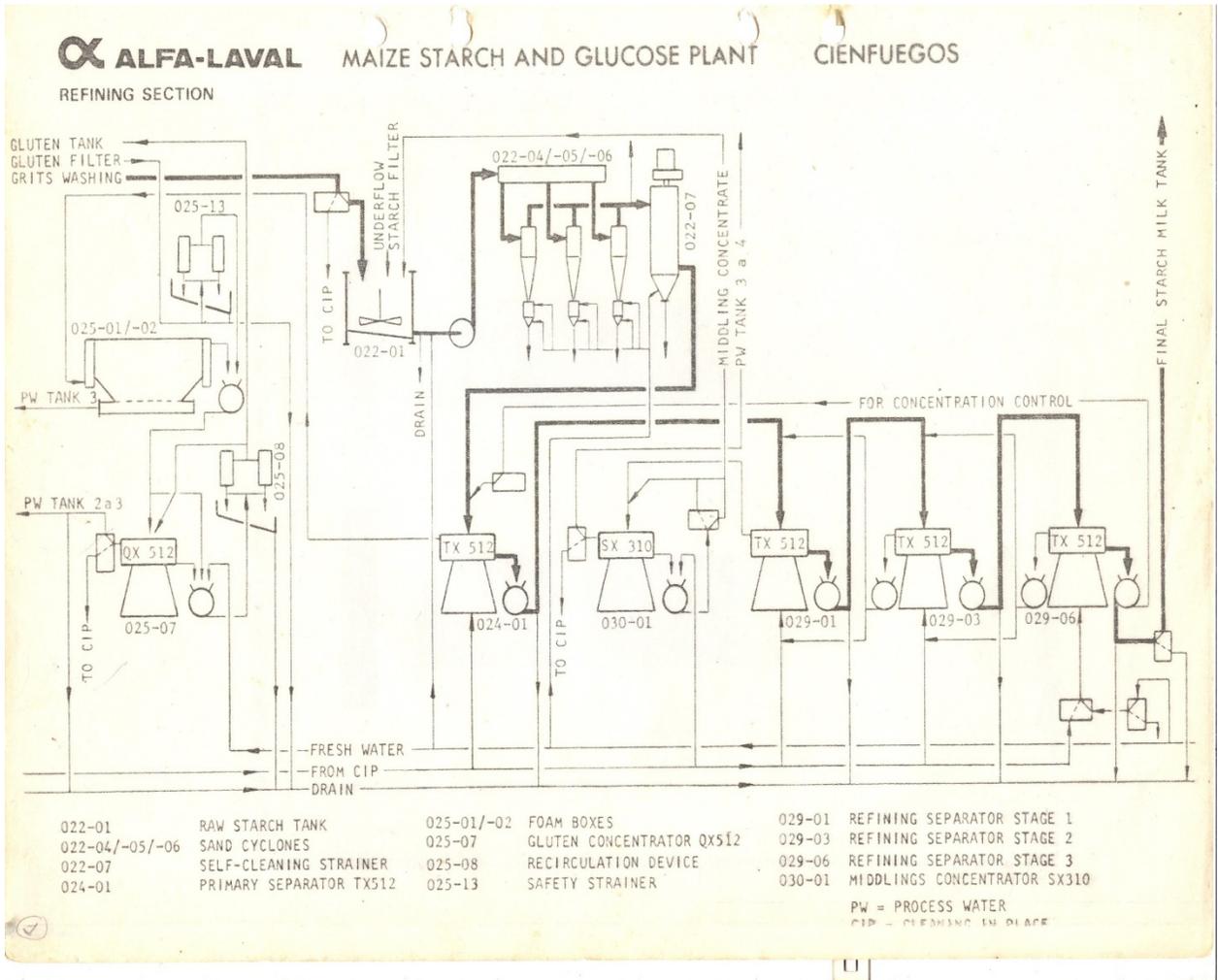
Restrepo Gallego, Mauricio. (2006). Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. *Revista Producciones más Limpia.*

Roquette, Frères. (2003). Composición nitrogenada resultante de la hidrólisis del gluten de trigo y su procedimiento de fabricación. Madrid.

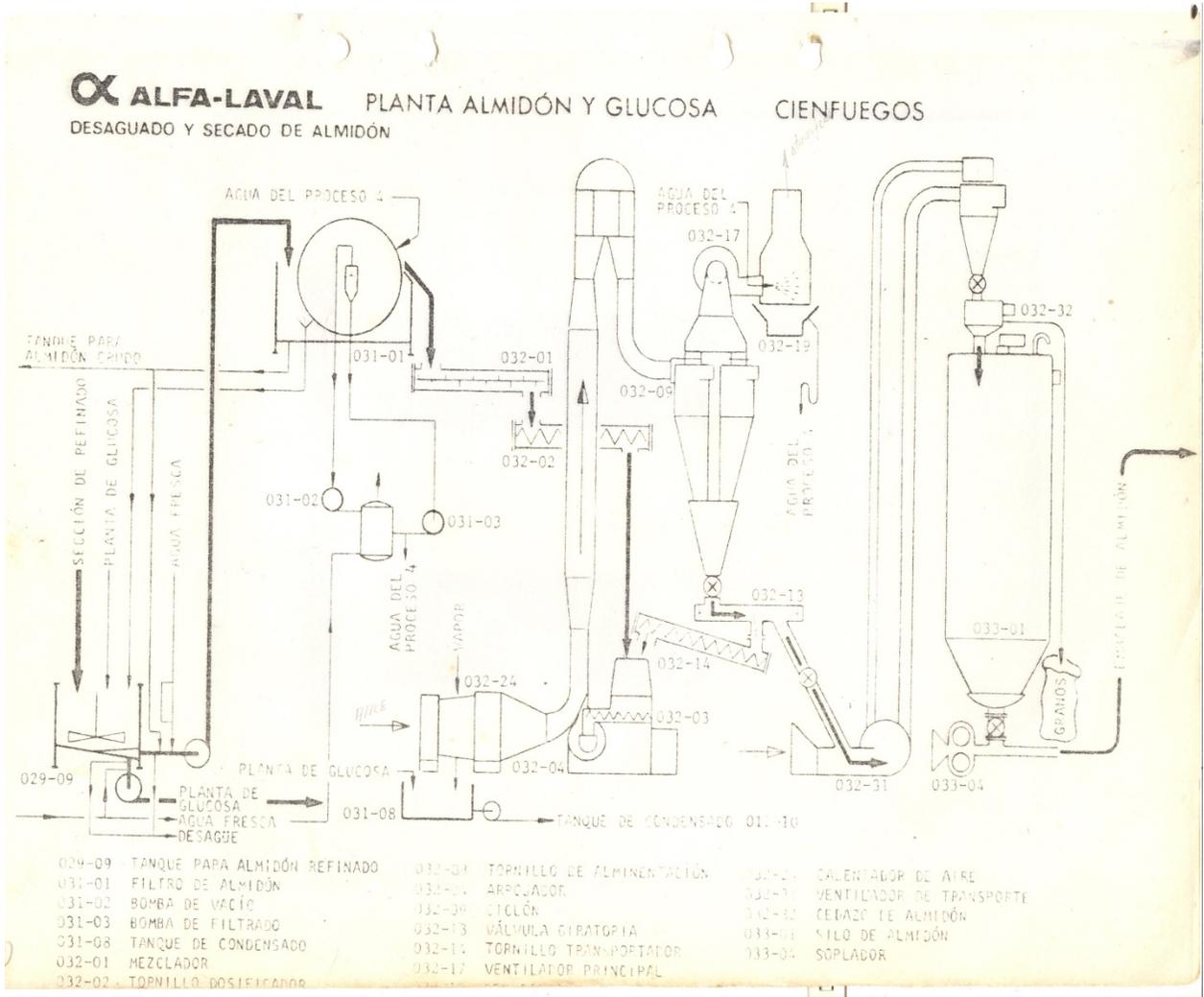
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2009). Antecedentes de Dirección de Producción Limpia y Consumo Sustentable. Recuperado a partir de <http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=13>.

STENIM. (2010). Manual de Producción más Limpia. Recuperado a partir de www.stenum.at Unión Europea. (2005). Guía Buenas Prácticas Medioambientales en el Sector Lácteo.

ANEXO A: Diagrama tecnológico de la sección de separación y refinación.



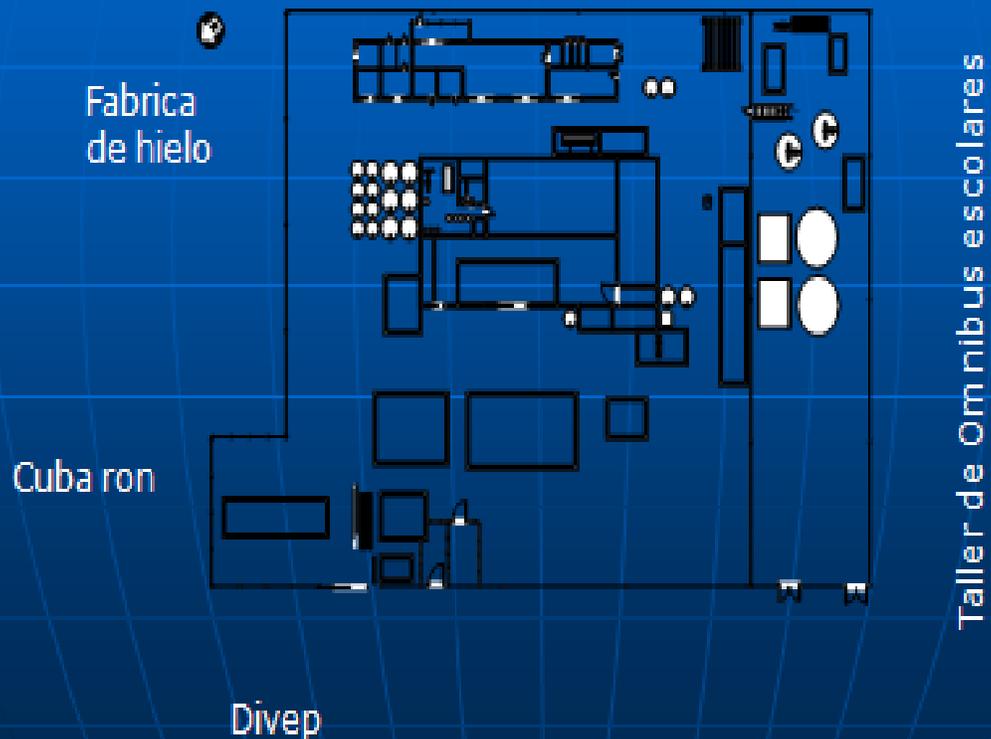
ANEXO B: Diagrama tecnológico de la sección de desaguado y secado.



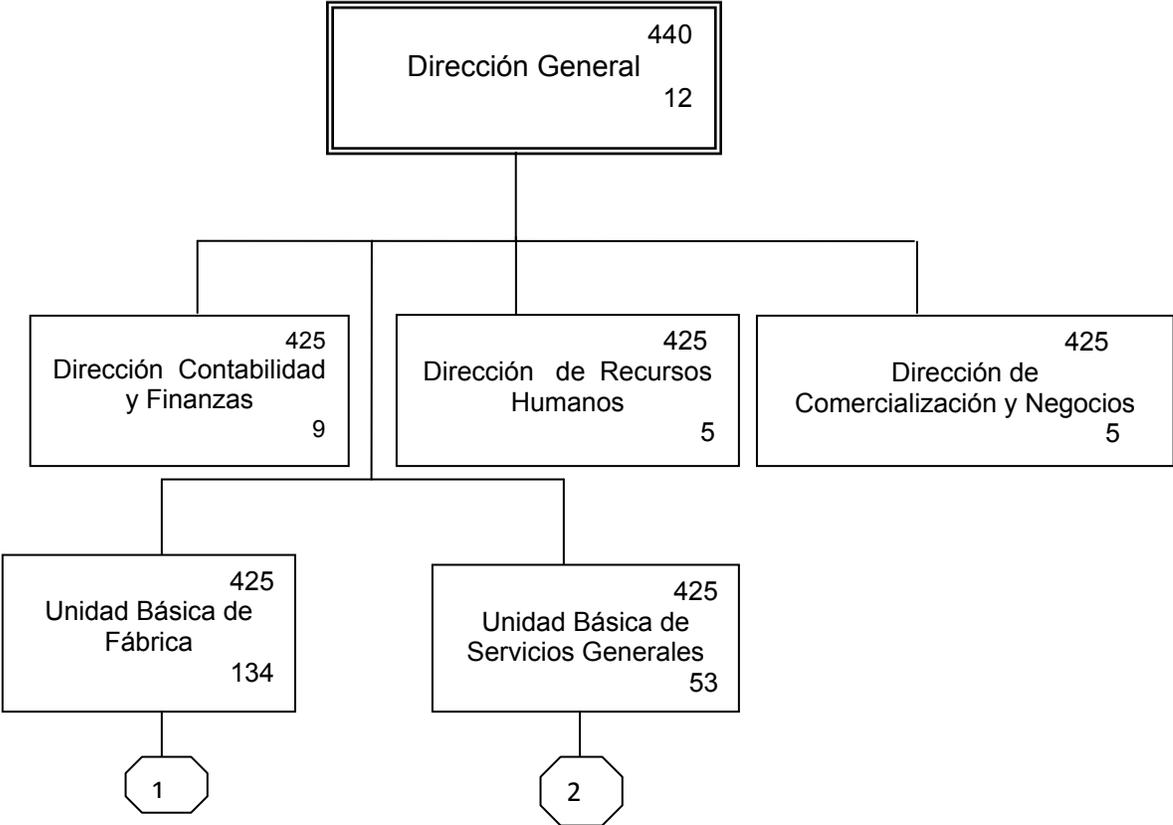
ANEXO C: Ubicación de la fábrica de glucosa.

Zona Industrial No. 2

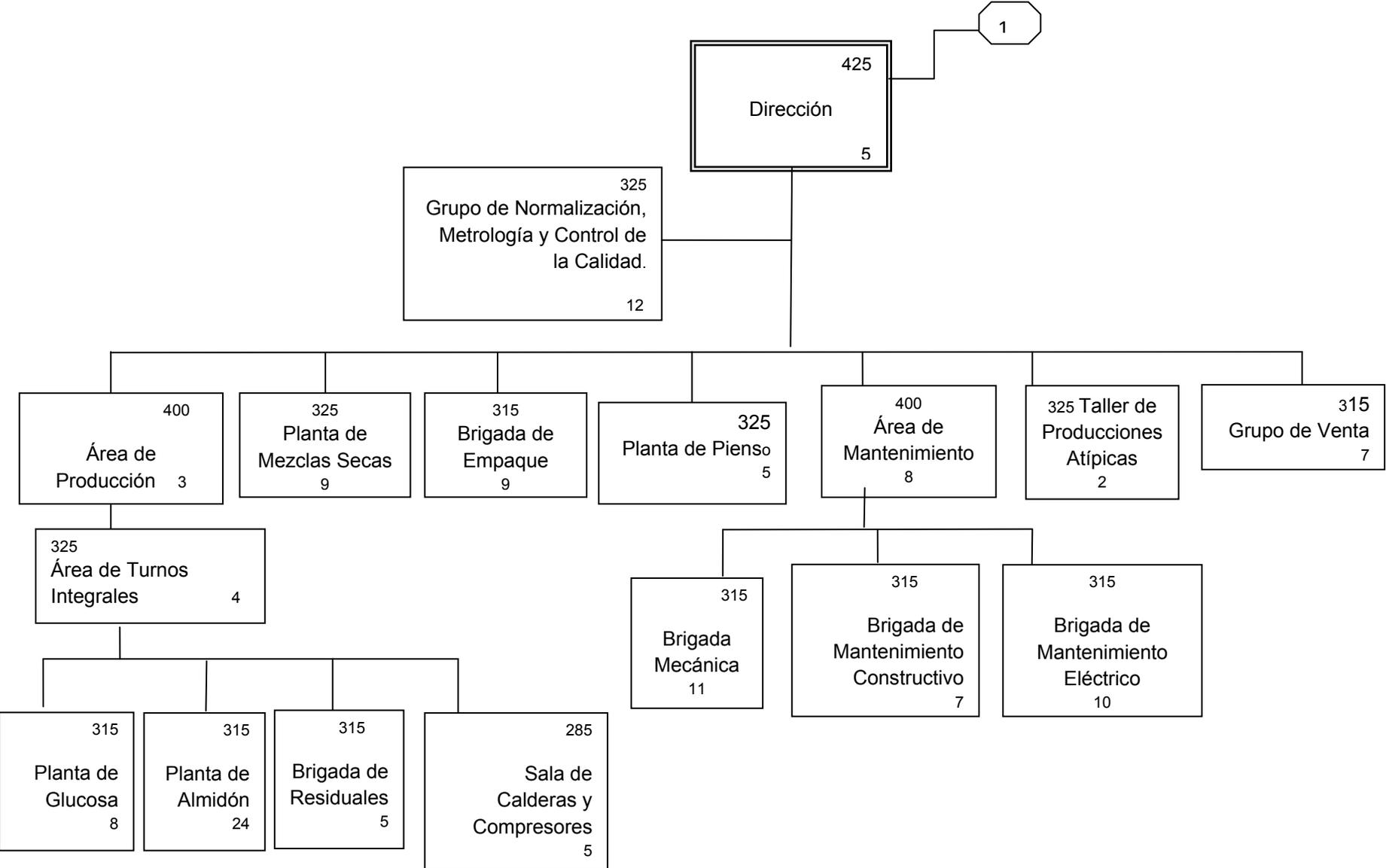
Reparto Pueblo Griffo



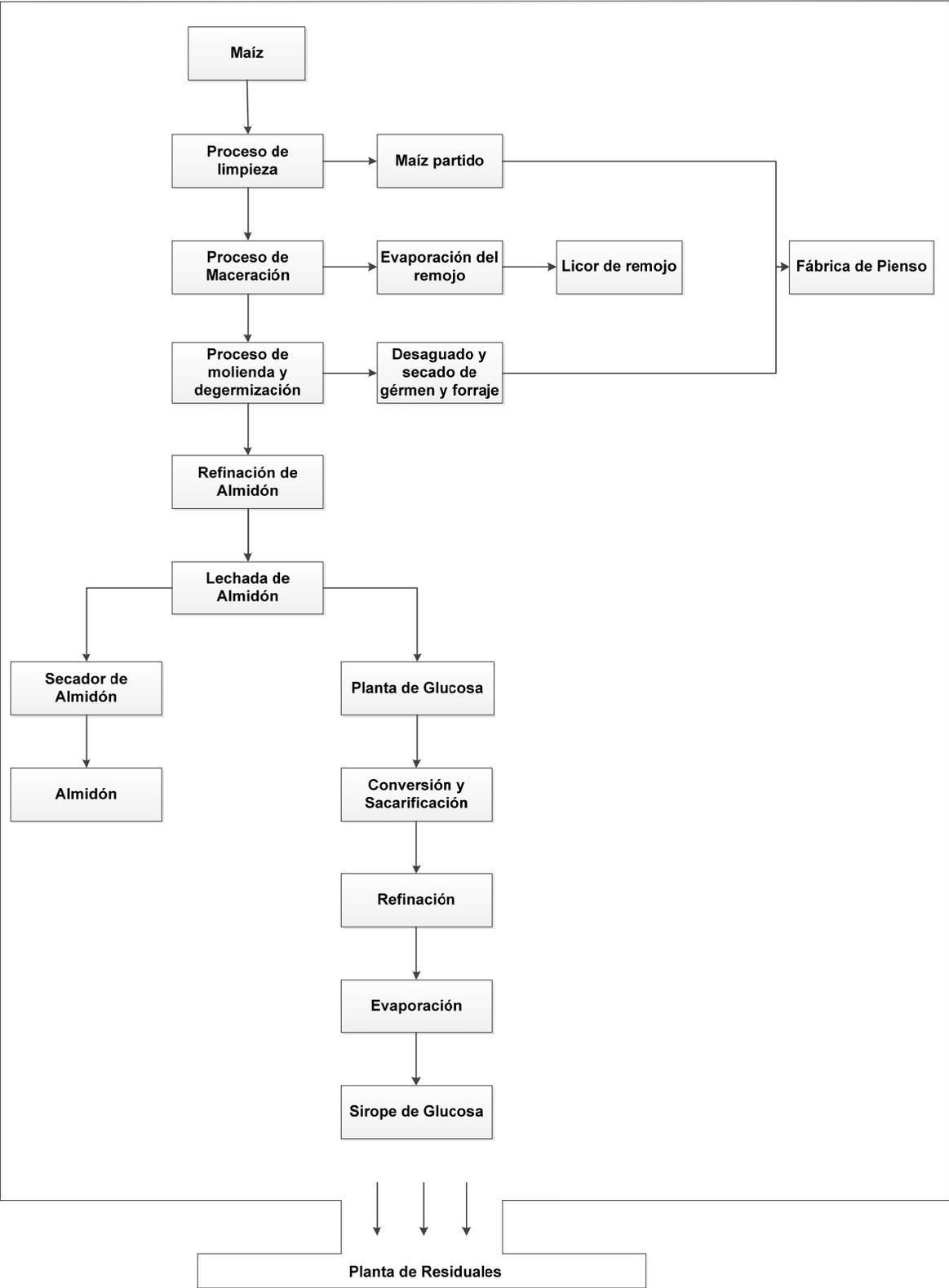
ANEXO D. Estructura Organizativa General Empresa Glucosa Cienfuegos.



Estructura organizativa de la Unidad de Base de Fábrica



Anexo E: Proceso tecnológico Plantas de Almidón y Glucosa.



Anexo F: Normas de Vertimiento de las aguas residuales.

Fuente: NC 27:1999 Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado y NC XX: 2001 Vertimiento de Aguas Residuales a las Costas y Aguas Marinas.

Parámetros	U/M	NC 27:1999	NC XX:2001
pH	Unidades	6,5-8,5	6-9
Conductividad eléctrica	μ S/cm	1400	-
Temperatura	°C	40	Tenor natural
Grasas y aceites	mg/L	10	0.5
Materia flotante	-	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables Totales	mL/L	1	1
DBO ₅	mg/L	30	30
DQO (Dicromato)	mg/L	70	70
Nitrógeno total (Kjeldah)	mg/L	5	2
Fósforo total	mg/L	2	0.01

ANEXO G: Lista de control para efectuar el Reconocimiento de planta.

Piso de trabajo

- ¿El suelo está sucio o roto?
- ¿Los obreros pueden mover fácilmente sobre él? ¿Hay amontonamiento innecesario de nuevos materiales y acciones?
- Es el esquema óptimo; ¿es decir el flujo de trabajo puede mejorarse para minimizar el movimiento de materiales y el tiempo durante los recorridos de trabajo?

Equipos y procesos

- ¿El proceso se opera según las Normas Prácticas de Operación suministradas por el proveedor del equipo/tecnología? ¿Cuáles son las razones si hay cualquier variación?
- ¿Los mantenimientos de equipos se realizan regularmente? ¿Cuáles son las eficiencias de operación del equipo? ¿Se registran averías de las máquinas o los problemas y sus causas se corrigen regularmente?
- ¿Se realiza aseguramiento de la calidad o control de calidad para los productos acabados e intermedios? ¿Cuán frecuentemente? ¿Cuáles son los resultados actuales?

Las calderas y el sistema de distribución de vapor

- ¿Hay fugas por las juntas, uniones, válvulas o válvulas de seguridad?
- ¿Se retorna el condensado con la máxima extensión posible?
- ¿Están aisladas las líneas de condensado y los tanques de alimentación?
- ¿Se usan trampas de vapor del tipo correcto para cada proceso?
- ¿Qué combustible se usa? ¿Es de una calidad y composición consistente?
- ¿Cuál es la fuente de agua? ¿El agua cruda se trata antes del uso?
- ¿Cuál es el tipo de calderas (por ejemplo el solo paso / el paso doble, etc.)?
- ¿Cuál es la frecuencia del soplado de las calderas?

Los desperdicios y emisiones

- ¿Los desperdicios son apropiadamente colectados, segregados y transportados?
- ¿La generación desperdicios es continua o discontinua?
- ¿Se realizan mediciones de los desperdicios y emisiones generados?
- ¿Forman parte de los desperdicios cualquier producto o materia prima valiosa?
- ¿Es posible reusarlos o reciclarlos si se recuperan?

Anexo H: Equipo de Producciones más Limpias.

Integrantes del Equipo de P+L Empresa Glucosa.

Asesor Jurídico	Lic. Yissell Domínguez
Especialista Financiero	Tec. Yaima Lima
Especialista en tecnología	Ing. Martha Yáñez García
Jefe de Producción.	Tec. Rafael López Quiñones
Especialista de calidad.	Tec. Rosario Cabrera Alonso
Jefe de Laboratorio	Tec. Amarilis Hernández Hernández
Especialista de Mantenimiento	Ing. Jaime García Zamora
Jefe de Mantenimiento	Ing. Carlos Enrique Martínez
Especialista I+D	Ing. Johanka Moya Monteagudo
Gestor de Ventas.	Tec. Cecilia Arrechea Garrido
Especialista de Compras	Ing. Juan Pablo Contreras
Especialista de Seguridad y salud	Tec. Blanca Saura

Anexo I: Caracterización cualitativa de las entradas al proceso.

Materia Prima	Especificaciones
Lechada de Almidón Crudo	Concentración: 6-9 °Be
	pH: 3 - 5
	Proteínas: 0.8% máximo
	Grasas: 0.5 % máximo
	Contenido de materia seca: 33-34%
	Contenido de SO ₂ : 160 ppm máximo
Agua Fresca	Color: Transparente
	Olor: inodoro
	Sabor: Insípido y agradable
	PH: 6.5-8.0
	Turbidez: no detectable a simple vista
	Materias en suspensión: Menor de 30mg/l
	Cloro residual: 0.1-0.3 mg/l
	Dureza 250-300 mg/l
Fuel oíl	Densidad: 0.9353 Kg/l
	Temperatura: 45-50°C
	Factor de viscosidad: 0.9787
Energía eléctrica	Corriente trifásica, 440V, 60Hz
Sacos de papel	Sacos de papel

Caracterización cualitativa de las salidas del proceso.

Salidas	Características
Producto Final	
Almidón seco	Polvo fino de color blanco
	Olor característico.
	SO ₂ : 70 ppm máximo
	% de humedad de 9 - 13
	Cenizas 0.30 % máx.
	Grasas 0.50 % máx.
	Proteínas 0.80 % máx.
PH: 4.4-5.2	
Residuos líquidos	
Agua de lavado.	Temperatura : 20 ⁰
	Olor : inodoro
	Sabor : insípida
	Aspecto: transparente
	Color aparente : nulo
	Resistividad ohm cm ² /cm : 3,401
	PH : 7.8
Sólidos disueltos: 203 mgs/ l	
Salidero de producto por empaquetadura	Agua con cierta cantidad de almidón y proteína.
Agua resultante de la limpieza química de equipos.	Agua con pH ácido y básico, según sea el caso.
Agua de condensado.	Temperatura: 52 ⁰ C Color: ligeramente coloreado Olor: característico a azúcares Sabor: ligeramente dulce PH: 6.5-8.0
Suspensión acuosa de gluten	Contenido de proteínas de 60- 65 % Concentración 6-12 g/L Centrifugación 0.5 mm máx.
Residuos sólidos	
Derrame de producto	Barredura de almidón

ANEXO J

Fotos del Reconocimiento de Planta.











Anexo K: Resume de las malas prácticas.

- Planta CIP fuera de servicio.

El sistema CIP supone el reciclado de lejía o solución de hipoclorito de sodio a través de las separadoras centrifugas y cribas cónicas en la sección de almidón y dispone de válvulas y temporizadores de control remoto para el control adecuado de las secuencias. Este sistema permite prolongar el periodo de funcionamiento entre operaciones manuales de limpieza del rotor, lo que asegura una mayor conservación de las maquinas al no tener que utilizar para su desarme las herramientas que se encuentran en mal estado y por consiguiente pueden dañar partes y piezas de las separadoras, además con este sistema se asegura la calidad del acabado lo que es beneficioso para el correcto funcionamiento del equipo.

- Maquinas Centrifugas fuera de servicio.

Como se ha visto en capítulos anteriores las maquinas centrifugas son las que intervienen de forma directa en la correcta separación de los diferentes productos, al no contar con todas las maquinas en funcionamiento, la separación y el lavado del almidón no corresponderá con los parámetros normados, por lo que hay que recurrir a diferentes variantes para lograr la calidad del producto, entre los que podemos citar el aumento del agua de lavado o disminuir la capacidad de trasiego, es decir disminuir el flujo de entrada, todas estas variantes implicarían un mayor gasto de agua y de corriente. En el caso del concentrador de gluten, cuando está fuera de servicio aunque ya no se obtiene harina de gluten en forma seca para alimento animal, este concentrado liquido se vende con el propio fin, aunque a menor precio, pero cuando la maquina se encuentra fuera de servicio se derrama en el suelo y se trata como un residual más con las consiguientes pérdidas económicas y ambientales.

- Salidero de agua por sellos mecánicos.

Los sellos mecánicos son uno de los factores más importantes en la estanqueidad de los equipos dinámicos, en esta sección se usan diferentes tipos de sellos y de acuerdo a la calidad de estos se consiguen mejores resultados y así evitar salideros tanto de agua como de producto, lo cual genera una pérdida considerable durante el proceso. Para esto se está trabajando en la introducción y aplicación de las producciones más limpias, para lo cual se diseñaron y fabricaron sellos mecánicos de

alta calidad que garantizan la estanqueidad de los equipos por donde se trasiega la lechada de almidón , agua y soluciones ácidas y básicas empleadas en la desinfección, evitando derrames considerables de estas sustancias que requieren gran cantidad de Agua para limpieza, convirtiéndose todo, en carga residual adicional vertida sobre un ecosistema natural: La Bahía de Cienfuegos.

- Falta de instrumentación en controles de máquinas centrifugas.

Las maquinas centrifugas son equipos que trabajan a altas velocidades de rotación y están provista de una serie de controles para la protección en general entre los más importantes se encuentran, tacómetros sensores de vibración, presostato, todos estos elementos le aportan a la maquina una seguridad en su funcionamiento, y al operario un poder de actuación previa ante cualquier avería.

En estos momentos ninguno de estos elementos se encuentra en servicio, por lo que los operarios trabajan en malas condiciones, con peligro hasta para su integridad física, en caso de ocurrir un accidente. Ejemplo de esto podemos citar la avería más común ocurridas en estas máquinas que se encuentra relacionada con su sistema de lubricación, el cual funciona directamente con las rpm del equipo y lubrica sus rodamientos a través de una tobera, al fallar este sistema por cualquier motivo y no tener un presostato que actúe, el operario detecta la falla cuando ya el equipo se averió de forma brusca con el consiguiente peligro, y con el gasto adicional de otros elementos de las maquinas que se afectan por dicha problemática.

- No existe un mantenimiento preventivo de las maquinas.

Para lograr una PML se necesita la conjugación y complementación de muchos factores como es el mejoramiento de la gestión de productos, específicamente con medidas internas que no provocan cambios en los procesos de fabricación, entre estas medidas podemos encontrar el mantenimiento preventivo que consiste en inspecciones regulares, limpiezas, pruebas y sustitución de partes gastadas o descompuestas, a fin de limitar las posibilidades de fugas o derrames debido al mal funcionamiento y las fallas de equipos y accesorios.

- Derrame de producto en las cajas de agua de proceso.

Las aguas de filtrado que se generan en las diferentes etapas y que arrastran cierta cantidad de almidón van a las cajas de proceso y rebosan al alcantarillado por

deficiencias de los kalle (control de nivel), estos mecanismos de control debido al tiempo de explotación, presentan un estado técnico deficiente, propiciando que sus roturas sean frecuentes, no permitiendo cumplir con los requisitos para lo que fueron diseñados, debido a todo esto el agua que se desborda de las cajas va a parar a la planta de residuales, y hay que reponer agua fresca en el proceso para recuperar el balance, con el consiguiente gasto de agua que esto genera.

- Falta de regulación en el sistema de desaguado.

El sistema de regulación en la sección de desaguado de almidón permitía accionar sobre una serie de parámetros que favorecían la calidad del producto y el ahorro de portadores energéticos, evitando derrames de producto y facilitando las operaciones de control por parte de los operarios. El filtro rotativo de vacío tenía un variador de velocidad que permitía disminuir o aumentar sus rpm de acuerdo a las necesidades del sistema, como por ejemplo si la temperatura a la salida del secador de almidón esta alta, por encima de los 60⁰c eso indica que la densidad esta baja o se necesita más capacidad de producto en el sistema lo cual se puede lograr aumentando la velocidad del filtro y de los tornillos transportadores y en caso de que los temperatura este baja se puede hacer lo contrario. En la actualidad como estos sistemas motrices están fijos se recurren a otros procedimientos para lograr estabilizar las temperaturas como son arrancar más producto adherido al filtro con las cuchillas de arrastre, con el inconveniente de que se derrame producto en los tornillos de transporte o parte de este almidón por su humedad se compacta en los mismos teniendo que limpiarse con agua y desecharlo como residual.

- Depurador húmedo fuera de servicio.

Este dispositivo es el encargado de eliminar las partículas de almidón fino que quedan después del proceso de separación del aire caliente y del almidón en los ciclones que preceden el secador neumático, estas partículas de almidón que circulan junto con el aire son separadas mediante agua que se inyecta a presión en el depurador y a la vez esta agua va por gravedad hacia las cajas de agua de proceso. Al no estar en funcionamiento el depurador todo este polvo fino de almidón sale junto con el aire hacia la atmosfera con la consiguiente pérdida de producto y el negativo impacto medioambiental ya que se genera una gran polución en el área.

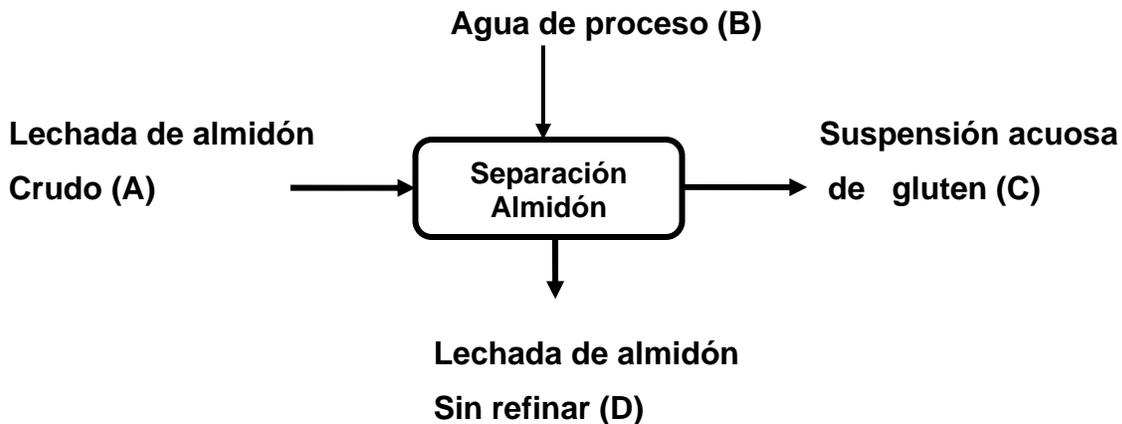
Anexo L: Tabla con parámetros para los balances.

Etapa del proceso	Producto	Parámetros a medir	Resultados
Pre concentración	Almidón crudo	Caudal	36 m ³ /h
		Concentración	6 °Be
		Capacidad del tanque	16 m ³
		pH	3,99
		Separación	2 ml de almidón 1,7 ml de gluten
		Contenido de SO ₂	157 ppm
Separación primaria	Almidón crudo	Caudal de entrada	35 m ³ /h
	Agua de lavado	Caudal de entrada	10 m ³ /h
	Almidón	pH	5,31
		Concentración	7,7 °Be
	Gluten sin concentrar	Caudal de salida	18 m ³ /h
		Concentración	2 °Be
Refinación	Almidón	pH	3,88
		Concentración	7,7 °Be
	Agua fresca	Caudal de entrada	10 m ³ /h
	Almidón refinado	Caudal de salida	5,3 m ³ /h
		Concentración	18 °Be
		pH	6,32
Middling	Agua de proceso	Caudal de salida	3,9 m ³ /h
		pH	5,7
	Almidón	Caudal de salida	8 m ³ /h
	Desaguado	Almidón refinado	Caudal de entrada
Concentración			12 °Be
pH			5,4
Agua fresca		Caudal de entrada	2,4 m ³ /h
Agua de proceso		Caudal de salida	3,6 m ³ /h
Secado	Vapor	pH	7,3
		Entrada	2304 kg/h
		Presión	7 kg /cm ²
	Condensados	Temperatura	150 ⁰ c
	Almidón seco	Salida	15 m ³ /h
Empaque	Almidón seco	Salida	0,62 T/h
		Capacidad del tanque	43 m ³
	Barredura	Salida	1 t / h
		Salida	2,4 kg/h

ANEXO M: Cálculo del balance de masa y energía para la producción de almidón de maíz.

Para la realización de los balances se tomó en consideración las mediciones realizadas en diferentes puntos del proceso, tomando como base de dato una hora de trabajo. Con el balance de masa quedarán identificados los flujos másicos en cada etapa del proceso tecnológico.

Separación de almidón



- Lechada de almidón crudo (A) = $35 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 1043 kg/m^3 (determinada en el laboratorio). Por tanto $35 \text{ m}^3/\text{h} * 1043 \text{ kg/m}^3 = 36505 \text{ kg/h}$ con 10,66 % materia seca (DS).
- Agua de proceso (B) = $10 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 1000 kg/m^3 (determinada en el laboratorio). Por tanto $10 \text{ m}^3/\text{h} * 1000 \text{ kg/m}^3 = 10\,000 \text{ kg/h}$.
- Suspensión acuosa de gluten (C) = $18 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 12 kg/m^3 (determinada en el laboratorio). Por tanto $18 \text{ m}^3/\text{h} * 12 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg/h}$.
- Lechada de almidón sin refinar (D) = ?

Balance total

$$A + B = C + D$$

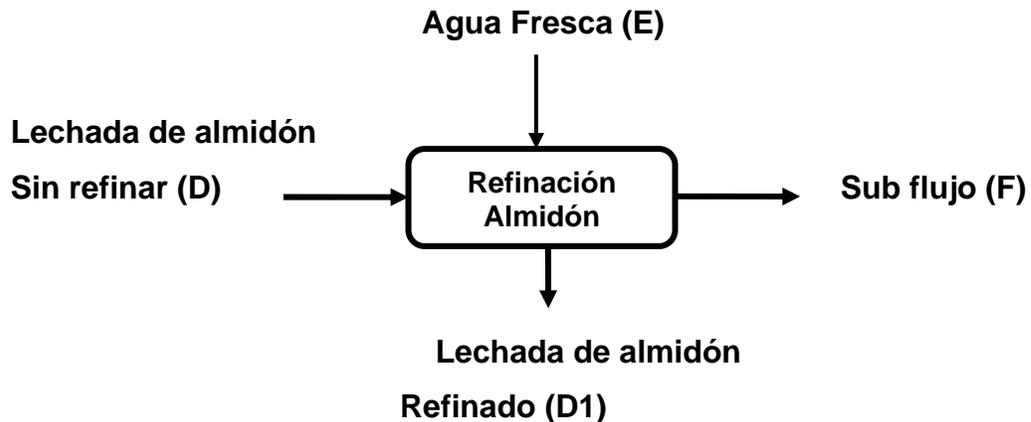
$$D = A + B - C$$

$$D = 36505 + 10000 - 216$$

$$D = 46\,289 \text{ kg/h con } 13,68 \% \text{ DS.}$$

$$D = 6332 \text{ kg/h de DS.}$$

Refinación de almidón.



- Lechada de almidón S/R (D) = 46289 kg/h con 13,68 % DS.
- Agua Fresca (E) = 10 m³/h con densidad de 1000 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 10 m³/h * 1000 kg/m³ = 10 000 kg/h.
- Lechada de almidón refinado (D1) = 5,3 m³/h con densidad de 1141 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 5,3 m³/h * 1141kg/m³ = 6047 kg/h con 31,98 % DS.
- Sub flujo (F) =?

Balance total

$$D + E = D1 + F$$

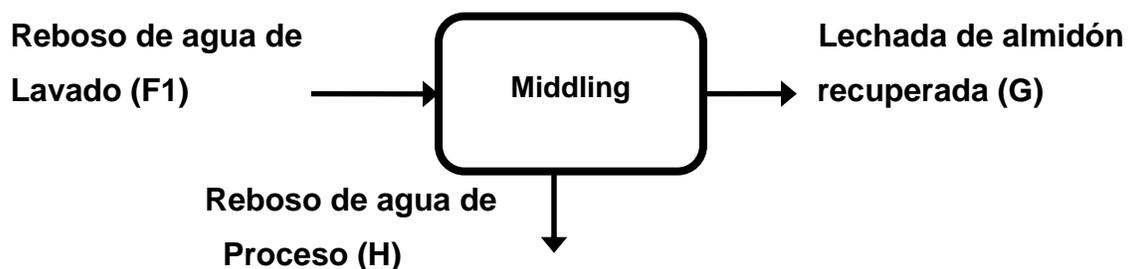
$$F = D + E - D1$$

$$F = 50242 \text{ kg/h}$$

$$F = 46289 + 10000 - 6047$$

$$F = 12541 \text{ kg/h de DS.}$$

Este sub flujo se divide en dos corrientes la que retorna a la entrada del separador primario como un efluente del 3^{er} refino y el que rebosa como agua de lavado del 1^{er} refino al concentrador middling.



- Reboso de agua de lavado (F1) =?
- Lechada de almidón recuperada (G) = 8 m³/h con densidad de 1056 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 8 m³/h * 1056 kg/ m³ = 8448 kg/h.
- Reboso de agua de proceso (H) = 3,9 m³/h con densidad de 1014 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 3,9 m³/h* 1014 kg/m³ =3954 kg/h.

Balance total

$$F1 = G + H$$

$$F1 = 8448 + 3954$$

$$F1 = 12402 \text{ kg/h.}$$

Con un balance parcial se determina que si el sub flujo (F) es de 50242 kg/h y el reboso al concentrador (F1) es de 12402 kg/h entonces el efluente que se recircula al separador primario es de 37840 kg/h.

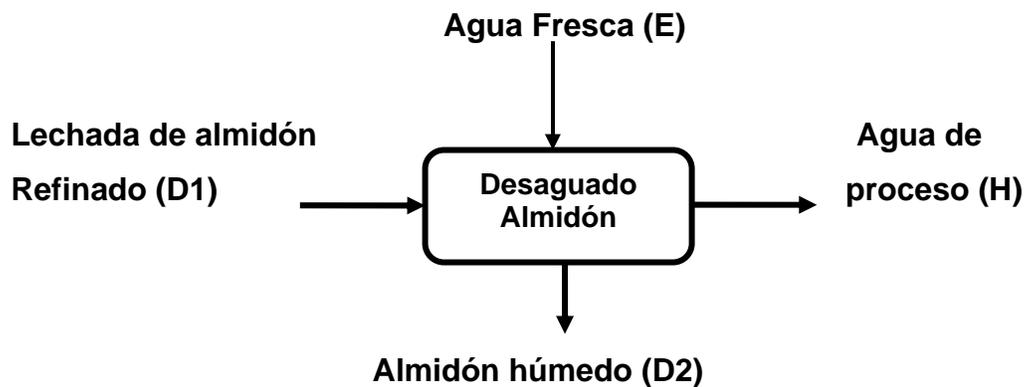
F1 = 12402 kg/h con 3,55 % DS.

Efluente = 37840 kg/h con 31,98 % DS

F1 = 440 kg/h de DS

Efluente = 12101 kg/h de DS

Desaguado de almidón.



- Lechada de almidón refinado (D1) = 2 m³/h con densidad de 1090 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 2 m³/h * 1090 kg/m³ = 2180 kg/h con 21,32 % DS.
- Agua Fresca (E) =2,4 m³/h con densidad de 1000 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 2,4 m³/h * 1000 kg/ m³ = 2400 kg/h.

- Rebose de agua de proceso (H) = 3,6 m³/h con densidad de 1014 kg/m³ (determinada en el laboratorio). Por tanto 3,6 m³/h* 1014 kg/m³ = 3650 kg/h.
- **Almidón húmedo (D2) =?**

Balance total

$$D1 + E = D2 + H$$

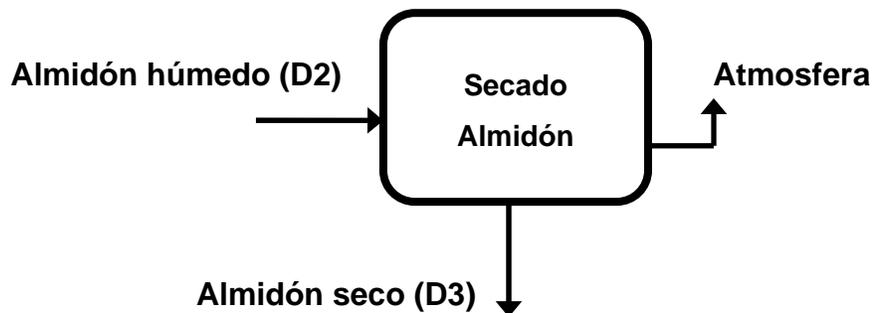
$$D2 = D1 + E - H$$

$$D2 = 2180 + 2400 - 3650$$

$$D2 = 929 \text{ kg/h.}$$

$$D2 = 0,92 \text{ T/h con } 42 \% \text{ de humedad.}$$

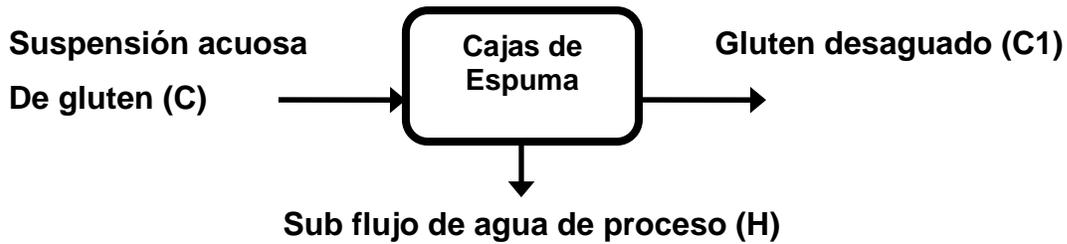
Secado de almidón.



- Almidón húmedo (D2) = 0,92 T/h con 42 % de humedad.
- Almidón seco (D3) = 0,62 T/h con 12 % de humedad. Medido en el silo de empaque.

Este almidón seco se almacena a granel en un silo con capacidad de 43 m³ del cual se empaquetan en un turno de trabajo de 8 horas 10 pallet de 800 kg lo que da un total de 8000 kg lo que equivale 1 tonelada x hora.

Balance de masa para conocer las pérdidas por el derrame de gluten.



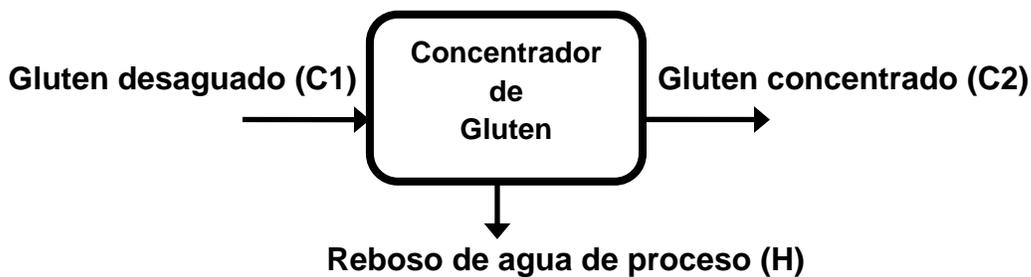
- Suspensión Ac de gluten (C) = $18 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 12 kg/m^3 (determinada en el laboratorio). Por tanto $18 \text{ m}^3/\text{h} * 12 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg/h}$.
- Gluten desaguado (C1) = $12 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 15 kg/m^3 (según catalogo). Por tanto $12 \text{ m}^3/\text{h} * 15 \text{ kg/m}^3 = 180 \text{ kg/h}$.
- Sub flujo de agua de proceso (H) = ?

Balance total

$$H = C - C1$$

$$H = 216 - 180$$

$$H = 36 \text{ kg/h.}$$



- Gluten desaguado (C1) = 180 kg/h .
- Reboso de agua de proceso (H) = $6 \text{ m}^3/\text{h}$ con densidad de 2 kg/m^3 (según catalogo). Por tanto $6 \text{ m}^3/\text{h} * 2 \text{ kg/m}^3 = 12 \text{ kg/h}$.
- Gluten concentrado (C2) = ?

Balance total

$$C2 = C1 - H$$

$$C2 = 180 - 12$$

$$C2 = 168 \text{ kg/h}$$

ANEXO N: Cálculos estimados de las pérdidas de vapor.

Las pérdidas de vapor se calculan teniendo en cuenta las tablas para evaluar las pérdidas por salideros en función del tamaño del orificio, del Manual del Buró energético del Ministerio de la Industria Alimentaria y la de estimación de pérdidas en kilocalorías por hora para cada metro lineal sin aislamiento en tuberías de vapor del mismo manual, aplicando luego la fórmula siguiente, para el cálculo de las pérdidas en tuberías sin aislar expresadas en toneladas de fuel oil por hora.

$$(\text{Ton/h}) = \frac{\text{Número de metros} \times \text{Kcal. /m lineal hora}}{9600 \text{ Kcal/kg} \times 1000\text{Kg/T}}$$

Nos basamos además en que la caldera de la fábrica consume 600 litros de fuel oil para producir 12 toneladas de vapor por hora.

Lo cual se resume en la tabla siguiente:

Número de fugas	Diámetro de la fuga (mm)	Flujo de vapor perdido total (Kg/h)	Cantidad de fuel oil perdido (l/h)	Cantidad de fuel oil perdido (Kg/h)	Costo de la pérdida (\$/h)
1	4,0	41,0	2,05	2,0	1,33
1	1,58	12,0	0,6	0,59	0,39
3	2,0	45,57	2,28	2,23	1,48
Tubería sin aislar	75 m	3,12	0,16	0,15	0,10
Total		101,69	5,09	4,97	3,3

Se producen 0,62 t/h de almidón de maíz, por lo que se pierde 8,20 litros de fuel oil por tonelada de almidón.

ANEXO Ñ: Norma del almidón de maíz.

UEB. GLUCOSA CIENFUEGOS	INDUSTRIA CONFITERA Almidón de Maíz. ESPECIFICACIONES	NEIAL 2306: 01. 2000.
<p>Esta norma establece las especificaciones de calidad del Almidón de Maíz utilizado en la Industria Alimenticia.</p> <p>1. Generalidades. El Almidón de Maíz es un polisacárido que se extrae mediante un proceso de molienda húmeda del maíz. A temperaturas por encima de 60 °C ocurre su gelatinización. Su solubilidad es 24% y su concentración crítica 4.4 g/100 ml de agua destilada.</p> <p>2. Especificaciones del proceso tecnológico. 2.1 Materias primas. Maíz en grano, sano, saludable y libre de contaminaciones biológicas, apto para el consumo humano. Se obtiene a partir de diversas variedades de maíz siendo idóneas las consideradas especies almidoneras.</p> <p>2.2 Proceso tecnológico. El maíz una vez limpio es sometido a un proceso de maceración con agua sulfurosa (1500 a 2000 mg/kg de anhídrido sulfuroso) a temperatura según variedad del grano: Maíz yelo a una temperatura de 49 a 53 °C durante 40 a 60 h de maceración Maíz plata a una temperatura de 51 a 55 °C durante 60 a 70 h de maceración. Posteriormente es sometido a un proceso de molienda húmeda y diferentes etapas de separación y lavado de los componentes gruesos del flujo como germen y cáscaras quedando una suspensión de almidón y gluten que se separa por centrifugación. La suspensión de almidón se refina, concentra, deshidrata y seca hasta obtener el producto desecado.</p> <p>3. Especificaciones 3.1 Especificaciones organolépticas. Aspecto: Polvo fino de color blanco, amarillento y libre de materias extrañas. Olor: Característico, libre de olores extraños.</p>		
APROBADA: 18-11-2011.	ESTA NORMA ES OBLIGATORIA.	VIGENTE: 22-11-2011.

3.2 Especificaciones Físico – Químicas.

Humedad en % máx (B.S) _____	9.0 -13.00.
Cenizas en % máx (B.S) _____	0.30
Proteínas en % máx (B.S) _____	1.00 (Solo para huso en mezcla seca.).
Proteínas en % máx (B.S) _____	0.80 (Niños enfermos.) y comercialización.
Grasas en % máx (B.S) _____	0.50
Dióxido de azufre mg/kg máx _____	70.00
pH _____	5.0-7.0

4. Reglas de Higiene.

El producto se elaborará de acuerdo a lo establecido en:

NC 143. SNSA Higiene de los alimentos. Requisitos sanitarios generales.

NC 143. SNSA Manipulación de Alimentos. Requisitos sanitarios generales.

5. Condiciones de entrega.

El producto se entregará amparado por el certificado de concordancia correspondiente.

6. Envase y Etiquetado.

6.1 Envase: El producto será envasado en sacos de papel multicapas, polietileno u otro tipo de envase que garantice la conservación del producto manteniendo sus condiciones nutricionales.

6.2 Etiquetado: Los envases o etiquetas llevarán la información siguiente:

- Nombre del producto.
- Marca Comercial.
- Nombre y dirección de la Empresa productora.
- Fecha de producción o envase.
- Contenido total.
- Garantía.
- Uso (Industrial ó alimenticio.)

7. Método de inspección.

La inspección final del producto se hará de acuerdo a:

NC 92-04 Control de la Calidad. Inspección por atributos y por conteo de defectos. Planes de muestreo de aceptación.

8. Métodos de ensayo.

Para la evaluación del producto se empleará:

NRIAL 101 Productos de Confitería. Almidón de maíz. Método de ensayos.

9. Transportación, manipulación, almacenamiento y conservación.

9.1 Transportación y manipulación. El producto se transportará en vehículos limpios, libres de olores extraños y protegidos de las inclemencias del tiempo. Además se cumplirá lo establecido en:

NC 143 SNSA Transportación de alimentos. Requisitos sanitarios generales.

NC 143 Manipulación de Alimentos. Requisitos Sanitarios.

9.2 Almacenamiento y conservación. El almacenamiento se realizará en locales limpios, libre de olores extraños, secos y ventilados. Las estibas se situaran sobre paletas con separación del piso entre 15 y 20 cm y de paredes y entre bloques de 60 cm. Además se cumplirá lo establecido en:

NC 143 SNSA Almacenamiento de Alimentos. Requisitos sanitarios generales.

10. Garantía del producto.

El productor garantizará la correspondencia del producto con las especificaciones de calidad de la norma por el período de 1 año siempre que se cumpla con lo establecido en 9.

Referencias.

NC 143. SNSA Higiene de los alimentos. Requisitos sanitarios.

NC 143 SNSA Manipulación de los alimentos. Requisitos sanitarios.

NC 143 SNSA Transportación de alimentos. Requisitos sanitarios generales.

NC 143 SNSA Almacenamiento de alimentos. Requisitos sanitarios generales.

NC 2859-0-3 Control de la Calidad. Inspección por atributos y por conteo de defectos. Planes de muestreo y aceptación.

NRIAL 101 Productos de confitería. Almidón de Maíz. Método de ensayos.

Documentos consultados.

Codex Alimentarius Alimorm 95/29.

Codex Alimentarius Codex Stan 9-1981.

UEB. Glucosa Cienfuegos

Zona Industrial No.2 Pueblo Griffo.

Cienfuegos.

ANEXO O: Cálculos del estudio de factibilidad económica.

1. Cálculos para el estudio de factibilidad económica de recuperar el aislamiento en tuberías de vapor.

Para acometer este trabajo se necesitan contratar los servicios de una entidad especializada, la cual tiene como tarifa aprobada el precio de 25.22 \$/m de tubería de 2^{1/2} pulgadas a insular. Se requieren insular 75 m de tuberías de vapor

$$\text{PIR} = \frac{\text{Costo de la Inversión}}{\text{Incremento de Utilidades}}$$

$$\text{Costo de la inversión} = \text{Costo de los Materiales} + \text{Costo de Mano de Obra} = \$ 1 891$$

$$\text{Incremento de Utilidades} = \text{Incremento de los Ingresos} + \text{Reducción de gastos}$$

$$\text{Incremento de los Ingresos} = 0$$

$$\text{Reducción de gastos} = \text{Reducción gasto fuel oil}$$

Se pierden según los cálculos estimados por este concepto \$ 8117,08 al año.

$$\text{Incremento de Utilidades} = \text{Reducción de gastos} = \$ 8117,08$$

$$\text{El PIR} = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{\$ 1 891}{\$ 8117,08} = 0,23 \text{ años}$$

El Periodo estimado de Retorno de la Inversión es de aproximadamente 3 meses.

2. Cálculos para el estudio de factibilidad económica de colocar gatillos de cierre rápido en mangueras para agua de limpieza.

Se necesitan comprar:

Materiales	Cantidad	Precio	Importe
Pistolas de cierre rápido	3	\$ 26.05	\$78.15
Total			\$ 78.15

$$\text{PIR} = \frac{\text{Costo de la Inversión}}{\text{Incremento de Utilidades}}$$

$$\text{Costo de la inversión} = \$ 78.15$$

Incremento de Utilidades = Incremento de los Ingresos + Reducción de gastos

Incremento de los Ingresos = 0

Reducción de gastos = Reducción gasto de agua y de energía eléctrica por bombeo.

Diámetro tubería	Tiempo limpieza actual	Cantidad agua utilizada	Tiempo de limpieza con pistolas	Cantidad de agua con pistolas	Ahorro
2"	4 h/día	8 m ³ / día	3.2 h / día	6.4 h/ día	3.84 m ³ /día

Se ahorra por este concepto 806.4 m³ del agua de limpieza de la planta al año, con un valor de \$ 483.84. Para bombear esa agua se consumen 518.4 Kw que equivalen a \$129.6.

Incremento de Utilidades = Reducción de gastos = \$ 613.44

El PIR= $\frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{\$ 78.15}{\$ 613.44} = 0.13 \text{ años}$

El Periodo estimado de Retorno de la Inversión es de aproximadamente 2 meses, por lo que es factible realizar la inversión.

3. Reparación del intercambiador de calor.

El intercambiador de calor es un equipo determinante para la producción de almidón consta de tres paneles de intercambio para el calentamiento del aire de secado los cuales producto del paso del tiempo y su explotación se fueron perforando y por ende perdiendo capacidad de trabajo, llegando a perder aproximadamente el 35 % del área de transferencia de calor lo cual provoca que disminuya significativamente la capacidad productiva del secador en 5 toneladas diarias. Con este trabajo se lograría recuperar la capacidad de intercambio del secador la cual es de 195 litros lo cual permite trabajar el filtro a mayor capacidad.

Para acometer este trabajo se necesitan contratar los servicios de una entidad especializada, Denominada COMELEC y según estudios realizados por especialistas y técnicos de esa empresa la reparación del equipo poniendo ellos la mano de obra y materiales saldría en \$ 9 132.

$$\text{PIR} = \frac{\text{Costo de la Inversión}}{\text{Incremento de Utilidades}}$$

Costo de la inversión = \$ 9 132.

Incremento de Utilidades = Incremento ingreso + Reducción Gastos

El beneficio económico de este trabajo está dado por el aumento de la productividad del secador de almidón con su consecuente ahorro de energía eléctrica y vapor por tonelada de almidón seco.

El incremento de los ingresos esta dado en 5 toneladas de almidón por día lo que equivale a \$ 2972.

Según los datos tecnológicos se consumen 3,70 toneladas de vapor por tonelada de almidón seco.

Considerando que el plan de producción real para el año fue de 1525 toneladas de almidón y se realizó en 102 días al aumentar la productividad se hubieran necesitados 26 días menos para cumplirlo por tanto el ahorro sería de \$52859.

Incremento de Utilidades = \$ 2972 + \$ 52859.

Incremento de Utilidades = \$ 55831.

$\text{PIR} = \$ 9 132 / \$ 55831.$

$\text{PIR} = 0,16 \text{ años}$

El Periodo estimado de Retorno de la Inversión es de 2 meses.

4. Sustitución de empaquetaduras por sellos mecánicos de fabricación nacional.

Bomba	Promedio de salideros x horas bomba (litros)	Total de salideros en 2 460 Hrs de trabajo en el 2010 (litros)
Bomba #1	0,86	2115
Bomba #2	0,88	2164
Bomba #3	0,85	2091
Bomba #4	0,92	2263
Bomba #5	1,02	2509
Bomba #6	0,97	2386
Bomba #7	0,85	2091
Total	6,35	15619

Después de realizar un análisis estadístico determinamos que el promedio de producto derramado en las horas de trabajo del 2010 para producir 1525,767 T de almidón esta en el orden de los 15 619 litros de lechada de almidón las cuales se vierte adicionalmente por concepto de salideros prevenibles.

Según la norma se requieren 10 litros de agua para limpieza / litro de lechada derramada por lo cual anualmente se requieren adicionalmente 156 190 litros de agua para limpieza.

Total vertido = P. lechada + Agua limpieza= 171809 litros anuales.

Análisis Energético.

En este análisis tendremos en cuenta toda la energía eléctrica gastada en el trasiego de agua para limpieza.

1. Energía ahorrada por bombeo de agua de limpieza adicional: Se bombeaban adicionalmente 156 190 litros de agua para limpieza con bombas de 5000 l/h y una potencia de 3 kw/h, esto reporta un ahorro anual de 95 kw.

Ahorro total: 95 kw anuales.

Análisis Económico.

Para realizar el análisis económico del trabajo relacionaremos varios aspectos que contribuyen al ahorro total generado con la introducción de una estrategia de Producciones Más Limpias siguiendo la filosofía “Prevenir es mejor que curar”.

1. Ahorro por concepto de importación de sellos mecánicos VS costo de producción

El precio de importación de un sello mecánico para este tipo de bombas oscila en los \$250.00 CUC.

Costo de Fabricación en el país: \$25.00 CUC.

Consumo anual de sellos mecánicos de las 7 bombas: 14 unidades

Ahorro X importación = (Precio Importación – Costo Fabricación País) *

Consumo Anual

Ahorro x Importación= $(250 - 25) * 14 = \mathbf{\$3150.00}$.

2. Ahorro por concepto de consumo de Agua:

Se vierten adicionalmente 156190 litros de agua los cuales tienen un precio 0.30 \$/m³ dando un ahorro: $156,19 * 0.30 \text{ \$/m}^3 = 46,85 \text{ \$}$ además de cobrarse un 30% adicional por tratamiento residual de la misma lo que da un total de **\$ 60,90**.

3. Ahorro Energético :

Se ahorra un total de 95 kw anuales los cuales tienen un precio 0,25 \$/kw dando un ahorro de electricidad de **\$ 23,75**.

4. Incremento por concepto de pérdidas de producción :

Se derraman anualmente por salideros de sellos en mal estado 15619 litros de lechada de almidón los cuales si se secan nos darían 5 toneladas de almidón aproximadamente el cual tiene un precio de 594 \$/ton lo que nos daría un incremento total **\$ 2970**.

5. Ahorro total generado con la introducción de una estrategia de Producciones Más Limpias.

Ahorro Total = Importación de sellos + Agua + Energía.

Ahorro Total = \$3150,00 + \$ 60,90 + \$ 23,75.

Ahorro Total = \$ 3234,65

PIR = Costo de la inversión/ Incremento de las utilidades

Costo de la inversión = \$ 350

Incremento de Utilidades = Incremento de los Ingresos + Reducción de gastos

Incremento de los Ingresos= \$ 2970

Reducción de gastos = \$ 3234,65

El PIR= $\frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{\$ 350,00}{\$ 6204,65} = 0,05 \text{ años}$

El Periodo estimado de Retorno de la Inversión es de aproximadamente 1 mes, por lo que es factible realizar la inversión.

4. Recuperación del concentrador de gluten.

Materiales	Cantidad	Precio	Importe
Rodamientos especiales	4	\$ 346.50	\$1 386
Resortes amortiguador	8	\$ 6,49	\$51,92
Resortes rodamientos	12	\$ 4,53	\$54,36
Tobera	1	\$ 46,53	\$46,53
Filtro	1	\$ 32,25	\$32,25
Total			\$1 571,06

Para lo cual se necesitan trabajar 2 días una brigada compuesta por los siguientes miembros:

Integrantes	Cantidad	Salario/ hora	Gasto en salario
Especialista Mecánico	1	\$ 2,10	\$ 33,60
Mecánico A	1	\$ 1,70	\$ 27,20
Total			\$ 60,80

PIR = Costo de la Inversión/ Incremento de Utilidades.

Costo de la inversión = \$ 1 631,86

Incremento de Utilidades = Incremento Ingresos + Reducción gastos.

Incremento de los Ingresos= \$ 87 643

Reducción de gastos = 0

Incremento de Utilidades = Incremento de los ingresos = \$ 87 643

El PIR= $\frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Incremento de utilidades}} = \frac{\$ 1631,86}{\$ 87643} = 0,01$

Incremento de utilidades \$ 87643

El Periodo estimado de Retorno de la Inversión es de aproximadamente 1 mes por lo que es factible realizar la inversión.

Con estas dos últimas opciones, la introducción de sellos mecánicos y la recuperación del gluten se dejaría de verter a residuales 609 809 litros de lechada.

¿A dónde van a parar estos residuales?

Los residuales se vierten a un sedimentador primario el cual no posee la capacidad necesaria para procesar las sobrecargas, lo que provoca que al aumentar la carga residual, los residuales sean vertidos sin un tratamiento completo a un afluente del Arroyo Ingles teniendo como receptor final la Bahía de Cienfuegos.

¿Qué daños provocan al ecosistema del Bahía de Cienfuegos?

Se produce un aumento significativo de los siguientes parámetros y sustancias en las aguas de ese ecosistema: DBO5, DQO, nitrógeno, nitratos, fósforo, además de producirse fluctuaciones significativas de PH y temperatura.

Al aumentar todos estos parámetros y sustancias en un afluente del Arroyo Ingles que no posee una corriente lo suficientemente fuerte para diluir los residuales, la acción bacteriológica de las materias orgánicas contenidas en los mismos reducirá el contenido de oxígeno de la corriente, acontecen entonces dos efectos;

1. Descomposición en ausencia de oxígeno con la formación de gases de metano, amoníaco y otros que producen olores desagradables;
2. Una vez eliminado el contenido de oxígeno de la corriente desaparece la vida animal y vegetal por completo.