

---

*UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA*



Análisis y evaluación de opciones de Producción Más Limpia en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” de Jagüey Grande.

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO  
ACADÉMICO DE INGENIERO QUÍMICO**

*Autor: Anyer Luis Calvo Jiménez*

*Tutores: MSc : Mariela Oliva Rodríguez*

*Dr. Jesús Delfin Luis Orozco*

*Matanzas, Julio del 2018.*

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Yo, Anyer Luis Calvo Jiménez, declaro ser el único autor de este trabajo de diploma y autorizo a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, y a la Empresa de Cítricos “Héroes de Girón”, a darle el uso que considere necesario al mismo.

---

Firma

## *Página de aceptación*

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Institución

---

Nombre del presidente del tribunal

---

Firma

---

Evaluación

---

Fecha

## Pensamiento

*Hay una fuerza motriz más poderosa que  
el vapor,*

*La electricidad*

*Y la energía atómica:*

*La voluntad.*

**Albert Einstein**



## **Dedicatoria**

A mi madre,

A mi padre,

A mis amigos,

A mis compañeros de trabajo,

Y a mí...

# Agradecimientos

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a:

Mi familia, por la ayuda, el apoyo de todo tipo y la consideración brindada a lo largo de toda la carrera y específicamente durante la realización de este trabajo.

Mi tutora y amiga, Msc: Mariela Oliva Rodríguez por guiarme y apoyarme en el desarrollo de este trabajo con la mayor disposición y empeño, por las valiosas sugerencias para la confección del mismo.

Los profesores del colectivo de Ingeniería de Procesos por brindarme su ayuda en todo momento, sobre todo el profesor Orozco que luchó porque yo pudiera matricular de nuevo para discutir la tesis y Santiago que me ayudó en el ajuste a plan cuando fui trasladado de la UCI a la Universidad de Matanzas.

A todo el colectivo de la UEB Industrial de Cítricos "Héroes de Girón" y especialmente los compañeros ingenieros Luis A. Olivera y Elizardo Pérez del Departamento de Tecnología por su preocupación y apoyo durante la realización de este trabajo.

A la rectora Leida Finalé, al personal de la secretaria, y decana Sonia Benavides por darme la oportunidad de matricular en el curso por encuentros.

A todos mis profesores: Mayito, , Ena, Milagros, Yamilé, Agustín,, Yoney, Tomás, Alfredo, Carlos, Lourdes Tarifa Artola entre otros.

A todas las personas buenas que me rodean, Pilar, Ofelita, Betty, Daily, amigos, y compañeros. Y a mi gran amiga Martha : Jefa de la Sede en Pedro Betancourt.

A la memoria de la decana Teresita.

A la Revolución y a Fidel, por brindarme la posibilidad de formarme como Ingeniero.

A todos, muchísimas gracias.

## Resumen

El trabajo que se presenta fue realizado en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” de Jagüey Grande, la cual es productora fundamentalmente de jugos concentrados congelados y puré de frutas tropicales. Esta investigación se realizó sobre la base de buscar alternativas para reducir el consumo de los principales portadores energéticos empleados en el proceso productivo, además de aminorar la generación de contaminantes del medio ambiente, lo que constituye un problema para la industria. Para determinar las causas de esta dificultad, se desarrolló el diagnóstico ambiental de la entidad y dentro del mismo se utilizó la caracterización estadística para comprobar si algunos parámetros de interés cumplían con las normas establecidas, demostrándose que solo uno lo hacía, de los tres analizados. Por otra parte, se llevó a cabo el cálculo de 10 opciones de Producción Más limpia identificadas en un total de 8 focos, comprobándose que existen importantes reservas en el proceso que se pierden y que, implementando estas opciones se comenzarían a aprovechar. Fue recomendada una inversión de 69974.21\$ para la compra de los recursos y materiales necesarios para ponerlas en práctica, con el objetivo de comprobar su factibilidad se efectuó una evaluación económica, resultando totalmente factible, pues el Valor Actual Neto (VAN) fue de 18668309.20, el plazo de recuperación menor de un mes y retorno de 215.95%.

## Summary

The work that is presented was carried out in the UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” of Jagüey Grande, which is mainly devoted to the production of Grapefruit frozen concentrated juices and puree of tropicals fruits. This investigation was carried out on the base of looking for alternatives to reduce the growing consumption of the main energy sources used in the productive process, besides reducing the generation of pollutants of the environment that constitute a problem for the industry. To determine the causes of this difficulty, the environmental diagnosis of the entity was developed and the statistical characterization was used to check if some parameters of interest fulfill the established norms, being demonstrated that out of three analyzed, only one did. On the other hand, it was carried out the calculation of 10 options of cleaner Production identified in a total of 8 concrete points, being proven that important reservations exist in the process that get lost and that, implementing these options would be of great benefit. An investment of \$69974.21 was recommended for the purchase of the equipments and necessary materials to put them into practice. With the objective of checking its feasibility an economic evaluation was made, being completely feasible, because the Net Current Value (NCV) was of \$18668309.20, the recovery term was smaller than one month and return was of 215.95%.



# Índice

Introducción .....	1
Capítulo I: Análisis Bibliográfico .....	5
1.1. Antecedentes de los impactos ambientales.....	5
1.2. La Cumbre de Río.....	5
1.3. Los instrumentos ambientales internacionales. ....	6
1.4. Elementos generales para la evaluación ambiental de un proceso productivo. .....	8
1.5. Origen de la Producción Más Limpia como prevención de los problemas ambientales.....	9
1.6. ¿Qué significa Producción Más Limpia?.....	10
1.7. Algunas de las ventajas del proceso de Producción Más Limpia.....	11
1.8. La conjugación y complementación para alcanzar Producciones Más Limpias .....	12
1.9. Por qué se implementa la Producción Más Limpia en el sector industrial...	14
1.10. Como han sido implementadas algunas técnicas y tecnologías de Producción Más Limpia en la evaluación de plantas. ....	15
1.11. Obstáculos que se pueden presentar sistemáticamente en una empresa a la hora de implementar políticas de Producción Más Limpia.....	18
1.12. Orígenes de la red nacional de Producción Más Limpia. ....	19
1.13. Posibilidad y necesidad de aplicación de la Producción Más Limpia en Cuba. .....	19
1.14. La Industria Procesadora de Cítricos en Cuba. ....	20
1.15. Principales problemas ambientales de la industria procesadora de cítrico en Cuba. ....	21
1.16. La Producción Más Limpia en la industria del cítrico. ....	23
1.17. Recomendaciones para poner en práctica una estrategia de Producción Más Limpia. ....	24
1.18. Herramienta para determinar la ganancia térmica en cámaras de refrigeración. ....	24
1.19. Ahorro de energía eléctrica en sistemas de aire comprimido. ....	24

1.20. Procedimiento para valorar una inversión económica. ....	25
Capítulo II: Materiales y métodos .....	27
2.1. Metodología para la realización del diagnóstico ambiental .....	27
2.1.1. Datos de los ejecutores del diagnóstico ambiental. ....	27
2.1.2 Localización, condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad. ....	27
2.1.4. Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país .....	28
2.1.5. Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad. ....	28
2.1.6. Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental (política, objetivos y metas ambientales) .....	29
2.1.7. Manejo del agua.....	30
2.1.8.....	30
Manejo de la energía .....	30
2.1.9.....	31
Calidad del aire .....	31
2.1.10. Ruidos y vibraciones .....	31
2.1.11. Residuales líquidos .....	31
2.1.12. Residuos sólidos .....	32
2.1.13.....	32
Productos químicos, combustibles, lubricantes .....	32
2.1.14. Equipos de refrigeración y climatización .....	32
2.1.15. Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos	32
2.1.16. Condiciones higiénico-sanitarias en general .....	33
2.1.17.....	33
Drenaje pluvial .....	33
2.1.18.....	33
Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia.....	33
2.1.19. Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica .....	33

2.1.20. Atención al hombre .....	33
2.2. Metodología para identificar los focos que generen opciones de Producción Más Limpia.....	33
2.3. Metodología para el desarrollo de opciones de Producción Más Limpia. ...	34
2.4. Tablas de datos utilizados en los cálculos de las opciones .....	35
2.5. Ecuaciones para la evaluación económica .....	36
Capítulo III: Diagnóstico ambiental y cálculo de opciones de Producción Más Limpia .....	37
3.1. Descripción tecnológica del proceso productivo. (Frutales) .....	37
3.2. Descripción tecnológica del proceso productivo. (Cítricos) .....	39
3.3. Diagnóstico Ambiental de la industria.....	42
3.3.1. Datos de los ejecutores del diagnóstico ambiental. ....	42
3.3.2. Localización, condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad.....	42
3.3.3. Desempeño básico de la entidad. ....	43
3.3.4. Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país. ....	44
3.3.5. Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.....	45
3.3.6. Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental (política, objetivos y metas ambientales) .....	46
3.3.8. Manejo de la energía.....	49
3.3.9.....	49
Calidad del aire .....	49
3.3.10. Ruidos y vibraciones .....	50
3.3.11. Residuales Líquidos.....	51
3.3.12. Residuos sólidos .....	53
3.3.13.....	53
Productos químicos, combustibles y lubricantes .....	53
3.3.14. Equipos de refrigeración y climatización.....	55
3.3.15. Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos.....	55
3.3.16. Condiciones higiénico-sanitarias en general .....	56

3.3.17.....	57
Drenaje pluvial .....	57
3.3.18.....	58
Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia.....	58
3.3.19. Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica. ....	58
3.3.20. Atención al hombre .....	60
3.4. Identificación de los principales focos que pueden generar opciones de Producción Más Limpia. ....	61
3.5. Evaluación económica de la propuesta de inversión para la implementación de las opciones de Producción Más Limpia. ....	84
3.6. Análisis de los resultados obtenidos.....	86
Conclusiones: .....	89
Recomendaciones : .....	90
Bibliografía .....	91
Anexos .....	95

## Introducción

La Empresa de Cítricos “Héroes de Girón” es el resultado de un proyecto concebido entre el gobierno cubano y la firma española EMEX. S.A. la cual adquirió el equipamiento técnico y lo envió a Cuba, con asesoría para el montaje y puesta en marcha.

Se fundó el 19 de abril de 1983, con un costo de 35 millones de pesos y desde entonces constituye la principal carta de presentación del desarrollo industrial citrícola de Cuba, puesto que en esta industria se procesa más del 60 % de todos los cítricos cubanos dedicados a la producción de jugos y otros sub- productos.

Al ponerse en marcha la industria perteneció al MINAL y sus producciones principales tenían como destino a la ex URSS y a los países de Europa del Este.

Con el desplome del campo socialista desapareció el mercado para los cítricos cubanos, así como el suministro de los insumos necesarios para la citricultura.

Desde 1991 comenzaron transformaciones en las exportaciones para competir en el mercado. Se decide la asociación con el capital extranjero por medio del grupo israelí GBM para lograr el necesario financiamiento de operaciones y los canales comerciales.

El 2 de febrero de 1994, por intereses económicos del país, se acuerda el traspaso de la Empresa al Grupo Empresarial Frutícola.

Las circunstancias del momento, inmersos en una intensa crisis con grandes afectaciones a las plantaciones y otros daños, impusieron cambios estructurales y organizativos. Así, las empresas de cítricos de Jagüey, pasaron a formar parte del Ejército Juvenil del Trabajo, MINFAR, el 17 de abril de 1995. La Empresa, en esta etapa, optimizó su plantilla y perfeccionó los sistemas de pago y estimulación en función de los resultados productivos, así como la atención al hombre en todos sus alcances.

Luego de una recuperación de las plantaciones y de la industria en el 2000, la Empresa vuelve a pasar bajo la dirección del GEF y el MINAG.

La UEB “Héroes de Girón”, es miembro de la SGF (Asociación Protectora de Industrias de Jugo en materia de Higiene y Autenticidad de las producciones) desde el año 1997. Tiene implantadas las Normas ISO 9002 desde abril del 2001.

En su concepción de industria debía procesar naranjas y toronjas a razón de 40 toneladas por hora. En 1992 se realizó una ampliación en las capacidades de Recepción, Extracción y Evaporación con vistas a alcanzar niveles de procesamiento por encima de las 80 toneladas por hora.

En la campaña 1996/1997, por primera vez se logra un promedio de más de 1000 toneladas por día y la campaña 97/98 se mantiene con resultados muy similares alcanzando procesamientos de 300 000 toneladas en la campaña.

A partir de la campaña 98/99 esta UEB mantiene resultados por encima de 350 000 toneladas de fruta por campaña, elevando todos los índices de eficiencia y aprovechamiento en las capacidades instaladas, alcanzando su máximo esplendor en la campaña 2000/2001, con un procesamiento de 425 481 toneladas de frutas.

En el 2001 es afectada por el huracán Michelle, sufriendo grandes daños tanto en la industria como en la agricultura. Desde el 1<sup>ro</sup> de enero del 2003, la empresa comienza la implantación del Perfeccionamiento Empresarial.

Después de la afectación en las plantaciones de cítricos por los eventos meteorológicos y las enfermedades, para el año 2008 surge un movimiento de diversificación en la parte agrícola y es necesario adquirir nuevas tecnologías para poder procesar otros tipos de frutas. Se compran nuevas líneas con tecnología de punta en el primer mundo para producir puré de frutas tropicales como mango, guayaba, papaya, piña, etc. En la actualidad laboran en la industria más de 400 trabajadores y los principales productos son:

Jugos Concentrados de Naranja, Toronja y Piña

Jugos Simples de Naranja y Toronja

Aceites Esenciales

Celdillas Cítricas

Puré simples y concentrados de Mango, Guayaba y Tomate

Mermeladas

Pastas

Frutas en Almíbar

Néctar de Frutas

Debido a la repercusión internacional y a la importancia que tiene el tema de la Producción Más Limpia (PML) esta empresa realiza grandes esfuerzos para

implementar este tipo de estrategia. La misma está concebida como una práctica empresarial aplicable a cualquier sector de la producción y los servicios para incrementar la eficiencia de los procesos, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo. La PML ha tenido un gran reconocimiento por ser un enfoque económico más efectivo para minimizar el impacto ambiental de la industrialización además de ser una estrategia de “ganar-ganar”, porque protege al medio ambiente, al consumidor y al trabajador, mientras mejora la eficiencia industrial, los beneficios económicos y la competitividad de las empresas. Como enfoque global de la actividad productiva, la PML involucra los aspectos relativos a la minimización de los residuales, prevención de la contaminación, reducción de sustancias tóxicas, así como el manejo eficiente de los recursos agua, energía, materia prima y recursos naturales antes que abandonen el proceso. La PML es sostenible solo si se dispone de la capacidad de asumirla y ajustarla a las condiciones donde va a desarrollarse. En la industria, hace algunos años se realizó un levantamiento de opciones de P+L, en el cual se desarrollaron varias tareas con el fin de incrementar la eficiencia de los procesos y disminuir la afectación al medio ambiente, en ese momento se logró obtener resultados positivos y alcanzar los objetivos propuestos. Con el pasar de los años algunas dificultades han aparecido: existe problemas con el aislamiento de tuberías del sistema de vapor y de frío, con el consumo de agua, de fuel oil en las calderas, ha aumentado el consumo de portadores energéticos por unidad de producción terminada, ha disminuido la eficiencia industrial, y hay afectación al medio ambiente. Se han llevado a cabo algunas medidas encaminadas a la eliminación total de la contaminación del manto freático por los residuales de la industria, problema que ha venido afectando considerablemente desde hace varios años, pero no se ha logrado terminar satisfactoriamente esta tarea y por tanto es muy importante disminuir contaminación dentro de la planta.

**Problema:**

No existe un levantamiento de opciones de P+L actualizado, que le dé continuidad al trabajo anteriormente realizado en la industria sobre el tema, lo que ha provocado una disminución de la eficiencia del proceso y la contaminación del medio ambiente.

**Hipótesis:**

Si se implanta un conjunto de opciones de Producción Más Limpia, aplicando la metodología que brinda la ONUDI en algunos puntos del proceso productivo se podrá incrementar la eficiencia de la planta y disminuir la contaminación al medio ambiente.

**Objetivo general:**

Evaluar un conjunto de opciones de Producción Más Limpia a través de metodologías brindadas por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI), que permitan solucionar los problemas de eficiencia de planta.

**Objetivos específicos:**

1-Diagnosticar la situación ambiental actual de la empresa, incluyendo proceso productivo y planta de Tratamiento de Residuales.

2-Definir los focos que generen opciones de Producción Más Limpia e identificar oportunidades.

3-Calcular las reservas energéticas existentes, así como valorar su impacto económico y ambiental en cada opción identificada.

4-Analizar la factibilidad económica de la propuesta de inversión.



## Capítulo I: Análisis Bibliográfico

En el presente capítulo se realiza un análisis conceptual y bibliográfico sobre diferentes términos que profundiza esencialmente en las definiciones referentes a limpieza tecnológica, Producción Más Limpia, portadores energéticos en la industria e Impacto ambiental a nivel industrial, con el objetivo de describir las principales herramientas que apoyan el desarrollo de la investigación.

### 1.1. Antecedentes de los impactos ambientales.

La preocupación por los efectos ambientalmente negativos de las acciones humanas surgió en el marco del movimiento conservacionista, en cuyo origen está la preocupación por la naturaleza. Esta preocupación se suma a la ya existente por la salud y el bienestar humano, todos afectados por el desarrollo económico y urbano. Esta dimensión es llamada medio social. Se le considera impacto cuando hay al menos tres tipos de contaminación que son la contaminación del agua, del aire y del suelo.

Ya en los años sesenta y setenta e inicialmente en los Estados Unidos de América, se desarrolla el concepto de “prevención de la contaminación”. La idea tras el concepto es simple pero profunda, ante las dificultades para minimizar los impactos, tratar y disponer las sustancias residuales por qué no evitar su generación. Había también razones económicas de peso para este planteamiento, en tanto en la mayoría de los casos la generación de residuos era simplemente un resultado de procesos de producción ineficientes.

Una gestión desde la “fuente”, representaba entonces un impacto positivo, ambiental y económico, al propiciar ahorros de materia prima e insumos, ahorros en los costos de tratamiento de residuos y un impacto ambiental menos negativo. (IIFT, 2006)

### 1.2. La Cumbre de Río

La formulación de las políticas ambientales en Bolivia surge, por una parte, de la preocupación mundial por la protección del medio ambiente que, a partir de la década del 70 se manifestó en diversos foros internacionales. Uno de los más importantes fue la denominada Cumbre de la Tierra, también conocida como “La Cumbre de Río”, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992

Por su parte, la Agenda 21, el Plan de Acción de la Cumbre de la Tierra adoptado en 1992 trató la problemática ambiental desde una visión mucho más profunda al

afirmar que "la principal causa del deterioro continuo del medio ambiente global son los patrones de consumo y producción no sostenibles, particularmente en los países industrializados".

En este mensaje de la Agenda 21, está la clave de las razones que han hecho que los problemas ambientales no sean resueltos de manera acabada a través del control de la contaminación, ya que estas estrategias de "comando y control", no se dirigen en general a cambiar el modo en que se produce y consume, sino que tienen un carácter más reactivo, asumiendo la contaminación como dada y centrando los esfuerzos en la remediación.

Al llamar la atención sobre los inadecuados patrones de producción y consumo, la Agenda 21 deriva un llamado a la función que desempeñan las empresas y la industria en la búsqueda de un desarrollo sostenible e indica:

"La gestión responsable y ética de los productos y los procesos de fabricación desde el punto de vista de la salud, la seguridad y el medioambiente. Hacia este fin, las empresas y la industria deben encaminar sus medidas autorreguladoras, orientándose hacia la aplicación de los códigos adecuados, los permisos y las iniciativas integradas en todos los estamentos de la planificación empresarial y la toma de decisiones y fomentando la apertura y el diálogo con los empleados y con el público".

Este cambio de actitudes e incluso de ética, es totalmente consistente con el concepto de Producción Más Limpia. (Wagner, 1996)

### **1.3. Los instrumentos ambientales internacionales.**

A partir de este punto, prácticamente todos los instrumentos ambientales desarrollan de manera directa o indirecta los principios de la producción más limpia y de hecho hoy se trabaja en el desarrollo de sinergias entre estos instrumentos jurídicos y el concepto de las producciones más limpias.

Conviene recordar que los instrumentos o acuerdos multilaterales ambientales, constituyen las principales herramientas para la protección global del medio ambiente. Por definición, se refieren a instrumentos legales negociados y concluidos entre un número elevado de estados y organizaciones internacionales, que tienen forma escrita y pueden estar comprendidos en un solo instrumento o varios instrumentos relacionados con las metas de la protección del medio ambiente.

Refiramos primero que, los principales instrumentos jurídicos internacionales adoptados en las últimas décadas y que consideramos particularmente relevantes al tratar de la "producción más limpia", son:

El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985) y el Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (1987)

El Convenio de Basilea sobre el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su eliminación (1989) .

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992)

El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1997)

El Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (1998)

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2001)

La moderna generación de instrumentos ambientales, en particular los que se producen a partir de 1992, es más abarcadora y transectorial y por tanto desde su propia concepción ofrece una base muy favorable para la introducción del concepto de “producción más limpia”, de hecho, se considera que las llamadas Convenciones de Río, es decir, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, constituyen las primeras convenciones ambientales en establecer una interdependencia entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente, lo que las convierte en ámbitos propicios para introducir el concepto de “producción más limpia”.

**Otros elementos a considerar en la relación entre estos Acuerdos Ambientales y la Producción Limpia, son los siguientes:**

La idea de que la prevención es preferible a la remediación es totalmente aplicable a los problemas ambientales globales de que tratan los Acuerdos Ambientales.

La Producción Limpia constituye una estrategia para la aplicación del Principio Precautorio, el cual dice que la ausencia de evidencia científica absoluta no debe impedir la adopción de medidas para la protección del medio ambiente. Prácticamente todos los Acuerdos Ambientales modernos reconocen este principio.

La integración de la Producción Limpia en los Acuerdos Ambientales puede ayudar a asistir a los países que tienen dificultades para cumplir con las exigencias de las Convenciones, al proporcionarle medios e incentivos para lograr estos propósitos.

El vínculo entre ambiente y desarrollo puede ser mejor atendido por los Acuerdos Ambientales si se introducen la Producción Limpia, en tanto esta favorece la protección ambiental sin contradecir el desarrollo económico.

Por demás, en algunas Convenciones ambientales el nexo con la Producción Limpia es muy fuerte y directo, por ejemplo, en el caso de la Convención de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de los desechos peligrosos, las Partes tienen una obligación general de minimizar la generación de desechos, y obligaciones más específicas acerca de cooperar en el desarrollo de tecnologías ambientalmente sanas que no generen o disminuyan la generación de desechos.

La Declaración Ministerial sobre Gestión Ambientalmente Sostenible, adoptada en la Quinta Conferencia de las Partes del Convenio de Basilea, fortalece estos objetivos de prevención y minimización de la gestión de desechos y promueve el uso de tecnologías limpias.(Serrano, 2006)

#### **1.4. Elementos generales para la evaluación ambiental de un proceso productivo.**

A continuación, se trazan pautas generales que se deben seguir para la identificación y evaluación de los aspectos de mayor incidencia en el logro o no de Producción Más Limpia.

Estudiar información sobre las operaciones unitarias que lo conforman, las entradas de materias primas y sustancias al proceso (cantidades y tipos), consumos de agua y energía, productos acabados y subproductos generados.

Particularmente es importante la obtención de información sobre la cantidad de agua que entra a las instalaciones, balance aproximado del agua que entra y sale (consumos de agua en procesos para enfriamiento, lavado de gases, lavado general, enjuagues de producto, limpieza, identificación de los sistemas que recirculan agua, estimación de la cantidad de agua que se evapora, la que pasa a formar parte del producto y la que se utiliza en los procesos de lavado), para conocer el paradero de toda el agua utilizada en la instalación.

Identificación de las áreas donde se producen, procesan, bombean, transportan, tratan o almacenan residuales o desechos y sustancias tóxicas, y localización de los puntos donde se realizan o pueden realizar descargas o emisiones al medio ambiente. Evaluar las áreas de almacenamiento para determinar la posibilidad de ocurrencia e incorporación de derrames a las redes de alcantarillado y drenaje pluvial y los procedimientos de limpieza y evacuación de cuando éstos ocurran.

Descripción de las descargas o emisiones líquidas, sólidas y gaseosas volúmenes, concentraciones, frecuencia, destino y evaluación de sus impactos sobre el ambiente circundante.

Cuantificación de las salidas del proceso y búsqueda de pérdidas potenciales cuando sean significativamente menores que las entradas.

Evaluación de los niveles actuales de reutilización/ reciclaje de residuales.

Identificación de las ineficiencias del proceso y las áreas con administración deficiente, donde la toma de medidas internas contribuye substancialmente a la reducción de los volúmenes y concentraciones de los residuales generados y al uso eficiente de los materiales manejados. Identificar áreas en que se pueden reducir el uso de productos químicos y el volumen y concentración de contaminantes en las descargas.

Idoneidad, funcionamiento y estado técnico-constructivo de los sistemas de tratamiento de residuales.

Evaluación de oportunidades para lograr mejoras ambientales, con énfasis en las opciones de reducción de residuales y su aprovechamiento económico, ya sea en el mismo lugar donde se generaron o en otras instalaciones diferentes. (CITMA, 1999)

### **1.5. Origen de la Producción Más Limpia como prevención de los problemas ambientales.**

En primer lugar, se dio un largo período de producción industrial que permaneció al margen de cualquier consideración medioambiental. Este contexto cambió al surgir nuevas inquietudes respecto a la protección del medio ambiente, ya que se empezó a tomar conciencia de la limitación de los recursos del planeta y de los efectos derivados de los impactos producidos por las actividades industriales, entre otros, sobre el medio y la calidad de vida de las personas. Al mismo tiempo, también surgió una legislación ambiental 17 asociada a estas nuevas inquietudes, y ello dio lugar a un nuevo escenario donde la empresa debe responder a las nuevas exigencias y considerar el antiguo sistema de producción, que no incorporaba criterios ambientales, como pretérito y obsoleto.

En respuesta a las nuevas demandas de protección del medio ambiente, y a la incipiente legislación ambiental, las empresas empezaron a prever la internalización de los costos ambientales ocasionados por su actividad industrial, iniciando una gestión ambiental con criterios correctores dirigida al tratamiento a final de línea de las corrientes residuales. Los primeros pasos se orientaron hacia la construcción de numerosos equipamientos e instalaciones (plantas depuradoras, instalaciones de

incineración, inertización o de vertido de residuos, etc.), con sistemas de tratamiento de residuos y emisiones industriales que, a menudo, favorecen el traspaso de contaminantes de un medio físico a otro y, por tanto, no son tan efectivos desde el punto de vista de la reducción integral de la contaminación. Estas medidas suponen gastos económicos, no “aportan valor”, solamente actúan una vez se ha generado la contaminación, y se deben practicar de forma reiterada porque no solucionan el origen de la contaminación.

Hoy se está encauzando un camino que ha de provocar un verdadero cambio en la forma de abordar y gestionar la problemática de la contaminación y la generación y el tratamiento de las corrientes residuales a las empresas, que puede ir más allá del carácter prescriptivo de la legislación al ofrecer nuevas oportunidades de optimización y ahorro a las empresas. Aunque, evidentemente, no hemos de considerar como superadas, innecesarias o caducadas las instalaciones estrictamente correctoras, que son complementarias, las tendencias se orientan a la Producción Más Limpia, ya que económica y ambientalmente prevenir es una hipótesis de trabajo y la primera opción que hay que estudiar, opción menos costosa que corregir. (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2000).

### 1.6. ¿Qué significa Producción Más Limpia?

Hasta ahora, las tecnologías convencionales para el medio ambiente han funcionado fundamentalmente para el tratamiento de desperdicios y emisiones existentes (ejemplo: tecnología de filtros aire, tratamiento de aguas de desperdicios, tratamiento de lodo, incineración de desperdicios, etc.). La figura 1.1 representa la relación entre la gestión ambiental y la producción más limpia como una de sus herramientas fundamentales. Se evidencia el ascenso hasta lograr el desarrollo sostenible a partir de la prevención humana:

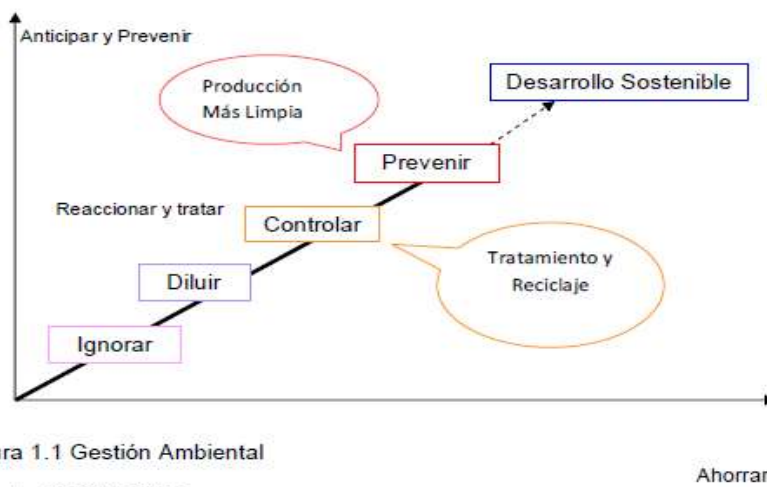


Figura 1.1 Gestión Ambiental

Fuente: CITMA, 2006

En la medida que este enfoque asume estas cosas al final del proceso de producción, también se refiere a éste como la técnica de final del proceso. Se caracteriza esencialmente por gastos adicionales para la empresa y un cambio de problema (ejemplos: producción de cieno de albañal a través del tratamiento de aguas de desperdicios, producción de sulfato de cal (yeso) proveniente del gas del tubo de la caldera). En la figura 1.2-se muestra hacia donde está dirigida la producción más limpia en el sector industrial:

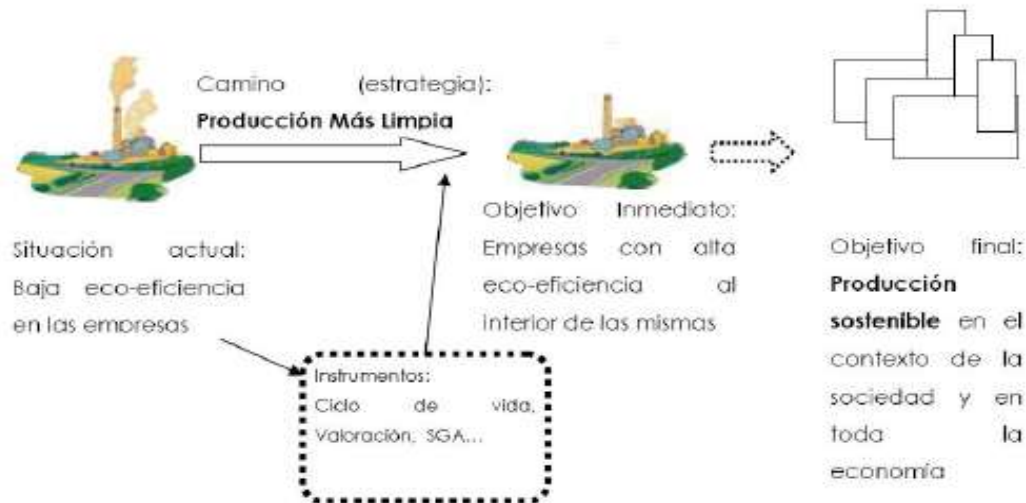


Figura 1.2 Producción más limpia y su contexto

Fuente: Espino, 2006

La producción más limpia está dirigida hacia la integración de los objetivos ambientales en el proceso de producción con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto, reducir los costos. (Sage, 1999).

### 1.7. Algunas de las ventajas del proceso de Producción Más Limpia.

En el sentido de la reducción de la cantidad de materiales y energía usados, la producción más limpia presenta un potencial para soluciones económicas.

Debido a una exploración intensiva del proceso de producción, la reducción de los desperdicios y emisiones, por lo general induce a un proceso de innovación dentro de la empresa.

Se puede asumir responsabilidad por el proceso de producción de manera integral; los riesgos en el campo de los pasivos ambientales y por eliminación de desperdicios se pueden disminuir.

La reducción de desperdicios y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico mucho más sostenible. (Sage, 1999)

## **1.8. La conjugación y complementación para alcanzar Producciones Más Limpias**

### **Mejoramiento de la gestión de producción.**

Contempla la toma de medidas internas que no provocan cambios en los procedimientos de fabricación, sino que mejoran aspectos tales como la organización de la producción, el control de las fuentes de contaminación y el adecuado manejo del agua, materias primas y productos.

#### **Las medidas internas pueden ser:**

##### **Uso eficiente del agua.**

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

##### **Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo.**

Incluye la compra de materiales cuando se necesite y en las cantidades necesarias, el registro de las fechas de caducidad para el establecimiento de prioridades en el uso, la utilización de contenciones alrededor de tanques, contenedores y equipos del proceso para evitar derrames o fugas, el manejo cuidadoso de los materiales peligrosos y el establecimiento de los procedimientos de eliminación de materiales contaminados o caducados.

##### **Separación y tratamiento independiente de los residuales.**

Implica la separación en la fuente de los diversos residuales generados en la instalación, para permitir su manejo diferenciado de acuerdo a su peligrosidad, grado de contaminación y posibilidades de tratamiento y aprovechamiento, reduciendo de esta manera los volúmenes y costos de manejo. Por otra parte, se facilita la reincorporación de los residuales no contaminados o no diluidos al proceso de producción, o su envío a otro sitio para la recuperación de materiales o sustancias de valor económico.

##### **Mantenimiento preventivo y correctivo.**

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, o en la solución inmediata cuando éstos se produzcan, evitando que las sustancias tóxicas lleguen a los sistemas de alcantarillado y tratamiento, o se produzcan contaminaciones cruzadas.

### **Reciclaje o reuso de residuales.**

Las medidas internas son también un factor de gran importancia para el posible reuso o aprovechamiento de residuales sin afectar al ambiente, la calidad del producto o el proceso receptor de los mismos.

### **Educación y capacitación de los recursos humanos.**

Puede ser la técnica de prevención de la contaminación más elemental, pues es importante que conozcan y entiendan los beneficios económicos, ambientales y sanitarios de lograr una Producción Más Limpia. La toma de medidas internas como la aplicación de buenas prácticas de higiene industrial, el control eficiente de los procesos, la eliminación de errores operativos que impliquen la liberación al ambiente de corrientes contaminantes, etc., complementan los impactos positivos que pudieran tener los cambios tecnológicos.

### **Modificaciones en los procesos productivos.**

Muchas veces la toma de medidas internas puede ir acompañada por cambios tecnológicos en el proceso de producción que van a promover el reuso del agua, la sustitución de algunos materiales usados en el proceso y la recuperación de determinadas sustancias que previamente se vertían en los efluentes y que a partir de los cambios se pueden utilizar dentro del mismo proceso tecnológico. En algunas industrias como la química, se considera el cambio tecnológico como la acción fundamental para disminuir la contaminación ambiental.

### **Este aspecto contempla:**

- a) Cambios en el proceso. Consisten en cambiar uno o más procesos o el equipamiento usado en ellos. Pueden tener como resultado la reducción en volumen y/o toxicidad del residual generado. No tienen que ser necesariamente extensos o costosos para implementarse.
- b) Sustitución de materiales. Comprende los cambios de la materia prima, de composición o uso de un producto intermedio o final o de productos y sustancias tóxicas que se usan en un proceso, con el objetivo de reducir la generación de contaminantes en la fuente.

## **Aprovechamiento económico de residuales.**

Debe constituir la línea prioritaria de trabajo en la introducción de prácticas de producción más limpia en nuestro país.

Aún con la introducción de prácticas de producción más limpia se producirán determinados volúmenes de residuales, por lo que resulta necesario agotar las posibilidades de cierre del sistema productivo y tratar éstos como recursos que al aprovecharse, disminuyen simultáneamente la demanda de recursos naturales y las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente.

Para ello se recurre al reciclaje o reuso. El reciclaje comprende la recuperación de aquellos residuales que pueden ser reutilizados, su procesamiento en nuevos productos o materiales y la comercialización, posterior. El procesamiento es lo que distingue al reciclaje del reuso, pues en el segundo caso los materiales recuperados se vuelven a utilizar posiblemente en la misma forma que antes, sin ser sometidos a complejos procesos de transformación o tratamiento.

El aprovechamiento puede ser en la misma unidad productiva que generó los residuales o en otras instalaciones pertenecientes a otros sectores, por lo que deben crearse lazos funcionales de carácter interempresarial e intersectorial que garanticen la existencia de una demanda.

## **Controles de salida**

Aunque la tendencia actual es diseñar los procesos productivos y las tecnologías previniendo la producción de residuales en la fuente, no se puede prescindir de la utilización de sistemas de tratamiento de las emisiones contaminantes a la salida de los procesos productivos, que remuevan contaminantes seleccionados y garanticen el cumplimiento de los parámetros de vertimiento o reuso. Estos sistemas reducen la contaminación cuando su funcionamiento es adecuado, pero son soluciones costosas para la sociedad y la industria, que pueden generar problemas. (CITMA, 2006).

### **1.9. Por qué se implementa la Producción Más Limpia en el sector industrial.**

Durante el período en que paulatinamente se ha ido introduciendo las técnicas, metodologías e implementando las opciones de PML se ha podido medir realmente los beneficios de esta estrategia en las empresas.

**Diversos son los beneficios que brinda la producción más limpia, entre los que se pueden mencionar.**

- Beneficios para la industria:
- Reducción de los costos a través del ahorro de energía y materiales.
- Mejora la eficiencia de operación de las plantas.
- Recuperación de algunos materiales desechados.
- Posibilidad de mejorar el ambiente laboral. (salud y seguridad)
- Mejora del cumplimiento de las regulaciones ambientales.
- Reducción de los costos de las soluciones “al final del tubo”.

Los resultados obtenidos, contribuyen a desarrollar vías de trabajo que para el perfeccionamiento de la actividad regulatoria ambiental, en la inserción de los conceptos de PML y así inhibir las conductas despilfarradoras y contaminadoras de las Empresas productivas y de servicios, ejemplos:

Reducir el consumo de las materias primas y energía usadas en la producción de una unidad de producto.

Eliminar – hasta donde sea posible – el uso de materiales tóxicos y peligrosos.

Reducir en la fuente la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos generados y liberados. PML. (Hernández, 2006)

#### **Beneficios para los clientes:**

- Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- Aumento de la vida útil del producto.
- Mayores cuidados en la disposición final del producto.
- Existe un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes. (Serrano, 2006)

#### **Beneficios para el medio ambiente:**

- Uso racional de materias primas y otros insumos.
- Conservación de los recursos naturales.
- Disminución y control de los contaminantes.
- Armonización de las actividades con el ecosistema. (González, 2005)

#### **1.10. Como han sido implementadas algunas técnicas y tecnologías de Producción Más Limpia en la evaluación de plantas.**

Buenas Prácticas de Producción: Enfocada básicamente a los Sistema de Inspección de todos los puntos críticos de la producción y muestreos planificados para reducir las pérdidas de materias, productos y garantizar la calidad de la

producción; los Programa de mantenimiento preventivo planificado en todas las áreas, el cual se realiza sistemáticamente y al finalizar cada campaña se hace un mantenimiento general; la disciplina tecnológica con el objetivo de asegurar el eficiente manejo de los recursos; la impartición de entrenamiento a los trabajadores que realizan cada actividad antes de desempeñarse en el puesto de trabajo y es preocupación su superación posterior y la disposición de todas las normativas y medios para cumplir con la higiene y seguridad del trabajador. Además se trabaja en la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad para las producciones de jugos naturales, jugos concentrados y aceites esenciales cítricos, de naranja y toronja, los cuales se han certificado en correspondencia con las normas NC-ISO 9001:2001, certificado por la Oficina Nacional de Normalización; la ISO 9001:2000, certificado por la Sociedad certificadora Bureau Veritas con alcance internacional; La Certificación Kosher que abarca la comercialización en el mercado Hebreo, incluyendo ventas para los festejos navideños; La certificación por Bio.Inspecta para las producciones ecológicas, las cuales se exportan a precios que sobrepasan en 1.5 los aplicados a los productos convencionales en mercados exclusivos; y los Certificados emitidos por la Compañía independiente SGF que audita Sistemas de Gestión de la Calidad e Higiene de los Alimentos, con alcance internacional para los productos que se comercializan dentro de la Comunidad Europea.

Mejor control del proceso: Dirigido a la optimización de procedimientos de trabajo, del tiempo de campaña y de la capacidad industrial instalada elevando la eficiencia industrial y el mejor manejo y disposición de los recursos. El control estadístico de los consumos diarios, mensuales y anuales son una herramienta muy importante, así como la introducción de otros medios de control como gráficos y tablas cuando no existen equipos de medición han permitido poder definir parámetros de eficiencias y razones de gastos.

**Sustitución de entradas:** Aunque se sigue procesando la misma materia prima sin embargo se ha establecido un sistema de pago por calidad que garantiza el aprovechamiento de la fruta, la eficiencia del proceso tecnológico y garantiza una mejor calidad del producto. Por otro lado, se ha establecido una política definida con respecto a la adquisición de productos y tecnologías amigables con el medioambiente priorizando la compra de productos biodegradables y reciclables. Es importante señalar que estas industrias también se han diversificado con el procesamiento de diferentes frutas tropicales como mango, guayaba, tomate entre otras, aprovechando la infraestructura industrial instalada fuera de la campaña de cítrico.

**Modificación del equipamiento:** La innovación para el mejoramiento de la tecnología existente ha jugado un papel importante para elevar los rendimientos, la seguridad y calidad de vida del personal que labora en las industrias. Por otro lado la compra de dispositivos para la medición de los recursos energéticos y el agua permite un mejor control de la tecnología y de los costos de producción.

**Cambios tecnológicos:** A pesar de disponer de algunas tecnologías obsoletas que aún existen, algunos cambios como el de bombas para la obtención de los aceites esenciales exprimidos en frío, así como el de algunos extractores han permitido elevar la producción. La introducción de nuevas líneas de llenado asépticos para las producciones, así como la introducción de líneas para la producción de jugo simple con mejores precios en el mercado internacional, teniendo en cuenta la flexibilidad de estas instalaciones han permitido emplear más eficientemente la tecnología adquirida.

**Recuperación en situ y reutilización:** Este es uno de los principios de mayor importancia para la reducción de la carga contaminante de los efluentes industriales durante el procesamiento de cítricos y la reducción de los costos de producción del jugo. La concentración del jugo genera una importante cantidad de agua aproximadamente 200 - 300 l / t de fruta, incluso en los primeros efectos del concentrador el agua tiene un contenido energético que puede ser utilizado en diferentes procesos como la alimentación de la caldera, la dilución de la sosa cáustica, durante la propia limpieza tecnológica y el lavado de las frutas entre otros usos, reduciendo el consumo de portadores energéticos y el consumo de agua potable al mismo tiempo.

**Producción de subproductos útiles:** Aunque en la industria nacional actualmente todos los subproductos no se obtienen durante la producción del jugo se están haciendo estudios y trabajando en la puesta en marcha de algunas tecnologías para este fin. Durante la industrialización del cítrico se genera una importante cantidad de subproductos como son los aromas, las esencias, las celdillas, el concentrado de lavado de pulpa, la pectina, el hollejo, entre otros. La exportación de la celdilla o pulpa podría aportar el 80% del precio del mercado del jugo para la economía de la industria y reducir la carga contaminante al eliminar los sólidos de los efluentes. Otra práctica, por la cual se obtendría más jugos con menos cantidad de frutas es adicionando la primera agua del lavado de la pulpa (corriente residual) al proceso de concentración. Por otro lado, durante el proceso de evaporación es posible la recuperación de los aromas y esencias con valor en el mercado. El hollejo, como subproducto, tanto en forma húmeda como seca es aprovechado como un suplemento alimenticio para el ganado vacuno con un valor prácticamente equivalente al 80% del maíz.

**Modificación del producto:** Este principio es también aplicable a la industria del cítrico empleando la diversificación de las producciones a otras bebidas como refrescos, néctares, incluso jugos mezclados en envases más pequeños.

**Eficiencia energética:** El uso eficiente de los portadores energéticos durante el procesamiento industrial de cítricos constituye una de las principales razones para trabajar en lograr el manejo de los recursos energéticos y reducir uno de los principales gastos para la empresa. (Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola, 2006)

### **1.11. Obstáculos que se pueden presentar sistemáticamente en una empresa a la hora de implementar políticas de Producción Más Limpia.**

Justo es decir que, aunque las nuevas tendencias hacia la Producción Más Limpia ya están bastante arraigadas como idea, aún hay empresas que tienen que superar una situación de partida y una serie de obstáculos básicos porque, en general, sus imperativos guardan más relación con los conceptos clásicos de la competitividad y la productividad, el nivel de ventas, etc., que con la minimización de los impactos y las corrientes residuales que generan. Los obstáculos a la hora de acometer programas y de implantar políticas de producción más limpia en las empresas se podrían expresar sintéticamente de la manera siguiente:

La gestión del medio ambiente se considera una carga económica y no una oportunidad de optimizar procesos y disminuir costes.

Muchas empresas no disponen de una información organizada y estructurada sobre su situación ambiental, tanto desde el punto de vista interno como externo.

Los sistemas establecidos, la tradición, las rutinas, el trabajo cotidiano y los imperativos de producción hacen que muchas empresas tengan poca información sobre las estrategias de prevención y reducción de la contaminación en origen, las tecnologías y las técnicas que las hacen posibles y las ventajas competitivas que generan.

Aún son pocas las empresas que disponen, en su organización, de profesionales especializados para abordar las cuestiones ambientales generadas por sus procesos productivos y organizativos.

Casi siempre se tiende a considerar, como objetivo principal, alcanzar los umbrales de emisión o de vertido establecidos en la legislación y no ir más allá, que es donde se puede hallar el auténtico beneficio marginal de la gestión ambiental.

Para muchos expertos y consultores ambientales, resulta más fácil recurrir a soluciones correctoras a final de línea que acometer acciones de prevención y

reducción de la contaminación en origen, que impliquen adentrarse en los procesos productivos.

Los costos integrales de la gestión ambiental (recuperación, almacenamiento, transporte, disposición, tasas, etc) son generalmente desconocidos e incorrectamente asignados al producto a modo de gasto general. (CITMA, 2006).

### **1.12. Orígenes de la red nacional de Producción Más Limpia.**

En Cuba, la Red Nacional de Producción Más Limpia (RNPML) fue establecida en mayo del 2001 también dentro del marco del Programa Internacional de PML desarrollado por ONUDI y con el apoyo financiero del Gobierno de Austria y actualmente forma parte de la Red Latinoamericana. Comenzó con tres puntos focales establecidos en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), el Instituto de Investigaciones para los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y el Centro de Información y Gestión de Educación Ambiental (CIGEA-AMA) pertenecientes a los ministerios de la Industria Alimenticia, la industria Azucarera y la Agencia de Medio Ambiente respectivamente. A mediados del 2003 se incorpora el Punto Focal que radica en el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y pertenece al Ministerio de la Agricultura y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB).

Los puntos focales son los responsables de la ejecución de asesorías completas de PML, el apoyo técnico a los sectores industriales, productivos y de servicio así como la promoción de inversiones y la transferencia de tecnología. Como otra de sus funciones está la preparación de expertos nacionales para los diferentes sectores económicos. (Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola, 2006).

### **1.13. Posibilidad y necesidad de aplicación de la Producción Más Limpia en Cuba.**

La introducción de la PML en Cuba ha tenido ciertas limitaciones debido a la insuficiente inclusión en las estrategias ambientales vigentes tanto nacionales, como sectoriales y las territoriales, la forma de abordar las soluciones a los problemas ambientales enfatizando el uso de tecnologías al final del tubo en lugar de la toma de acciones de carácter preventivo a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio, la carencia de recursos materiales y la necesidad de financiamiento para llevar a cabo inversiones, así como también, la falta de conocimiento por parte de directivos, personal técnico y demás trabajadores para entender lo que significa la aplicación de este concepto y los beneficios económicos y ambientales que reporta para la empresa cubana. Sin embargo, existen posibilidades reales de su aplicación en Cuba porque a diferencia del resto de los países en vía de desarrollo o

subdesarrollados contamos con una voluntad política para enfrentar los problemas de contaminación además de una política ambiental que incluye el concepto, la coordinación y sinergia entre los actores involucrados en el tema (gobierno, industria y sociedad).

En Cuba se ha venido trabajando en la institucionalización de la PML en el sector empresarial promoviendo la aplicación de este concepto para mejorar el desempeño económico y ambiental a través de la inclusión del enfoque preventivo de la contaminación en las estrategias ambientales nacionales, sectoriales y territoriales, por medio de la divulgación y capacitación y la demostración de los beneficios económicos y ambientales mediante estudios de casos exitosos.

A inicios del año 2003, el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA) del CITMA publicó el documento “La PML en las políticas y prácticas vigentes en Cuba” donde se describe y analiza el marco institucional, regulatorio y ambiental en el cual se inserta el trabajo en el campo de la PML lo cual creó las bases para la formulación en el año 2004 del “Plan Nacional para la introducción de la PML en la gestión ambiental empresarial”.

El objetivo general de este plan es lograr la inserción plena e integral del concepto de PML en las políticas y prácticas vigentes en el sector empresarial del país, mientras los objetivos específicos están dirigidos a incentivar y promover este concepto en la gestión ambiental empresarial propiciando su articulación con el resto de las políticas orientadas a este sector; definir el enfoque del trabajo en esta esfera, contribuyendo al desarrollo de programas de PML en sectores priorizados y la introducción integral de la PML en los instrumentos de gestión ambiental vigente.(CITMA, 2005).

#### **1.14. La Industria Procesadora de Cítricos en Cuba.**

En 1968 se inicia un programa de desarrollo citrícola destinado al mercado de los países socialista, sin embargo, con el derrumbe de este bloque en el período entre 1990 y 1994 comienza una crisis en la cadena productiva de cítrico produciéndose un cambio en el destino de las producciones y orientándose la revisión y redimensionamiento del programa nacional.

Actualmente la agroindustria citrícola está dentro del Grupo Empresarial Frutícola (GEF) y este dentro del Ministerio de la Agricultura. Se cuenta con una extensión de 53 mil ha de cítricos con un rendimiento medio de 15.7 t/ha para una producción de alrededor de 800 mil toneladas al año. La composición del cítrico se distribuye de la siguiente manera, el 5% corresponde a la producción de limones, el 21% a toronja y el 69% a la naranja. Entre sus principales destinos está como fruta fresca el 4%, el consumo nacional con 12% y a la industria el 83%. Prácticamente el 80% de la producción nacional se destina al mercado externo fundamentalmente Europa.



Dentro del Grupo Empresarial Frutícola (GEF) operan dos sistemas productores-exportadores. El primero abarca dos empresas cuya agricultura aún está organizada en granjas estatales (Jagüey Grande y la Isla de la Juventud) y dos plantas industriales. Este sistema produce, procesa, empaca fruta, y realiza sus propias exportaciones. Mantiene desde 1992 un convenio económico con el Grupo BM para el financiamiento corriente de todas las operaciones y la comercialización de las producciones cítricas en el mercado internacional.

El otro sistema exportador, Cítricos Caribe, abarca al resto de las empresas de cítricos y frutales cuya producción se realiza por el sector cooperativo privado (que incluye además de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa, UBPC de reciente creación con usufructo permanente sobre la tierra, las Cooperativas de Producción Agropecuarias, CPA, y Cooperativas de crédito y servicio, CCS, y citricultores individuales. En estas últimas cooperativas la propiedad de la tierra y todos los medios son privados. Las empresas cítricas dentro de este sistema reciben y otorgan a los productores el financiamiento corriente en divisas, importan los insumos necesarios y compran la mayor parte de la producción a las cooperativas y productores privados. Este sistema también incluye 4 plantas de procesamiento industrial. Todas las exportaciones se realizan a través de la empresa Cítricos Caribe S.A. que opera directamente tres frigoríficos y realiza las exportaciones por los puertos de La Habana, Cienfuegos, Santiago de Cuba y Nuevitas. (Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Cítrico, 2006)

### **1.15. Principales problemas ambientales de la industria procesadora de cítrico en Cuba.**

La industria de cítrico puede considerarse como una fuente importante de contaminación líquida y sólida y de emisiones a la atmósfera si no se mantiene una adecuada disciplina tecnológica y un eficiente manejo de todos sus recursos. El vertimiento de residuales cítricos sin previo tratamiento, provoca graves trastornos al Medio Ambiente al contaminar severamente las aguas superficiales y subterráneas, producir emanaciones de metano a través de la tierra, proliferar insectos, vectores y malos olores por el vertimiento de los residuos industriales sin previo tratamiento y se intensifican las enfermedades respiratorias. Además, provoca erosionabilidad en los suelos y por su efecto ácido, se desarrollan cultivos con síntomas de enanismo y toxicidad en las zonas afectadas.

Producir y mantener el respeto con el medio ambiente es una prioridad para las industrias procesadoras de cítricos por estar enclavadas en zonas de importancia estratégica para el país como es la Cuenca del Cauto en Contramaestre y ser el destino final de los efluentes industriales el Río Cuyaguatije en Pinar del Río, la Ciénaga de Zapata en Matanzas y la Laguna de la Leche en Ciego de Ávila.

### **Entre los principales impactos que puede generar la industria se tienen:**

- Modificación de la calidad de los suelos por el vertimiento de residuos sólidos (hollejos) sin previo tratamiento. La acidez de este producto produce erosión en los suelos en que son vertidos estos residuos con una recuperación muy lenta una vez detenido el impacto.
- Aprovechamiento de terrenos improductivos con la aplicación del bioabono procedente de las plantas de tratamiento de residuales líquidos.
- Incremento de los niveles de contaminación de las aguas subterráneas y superficiales por la disposición de residuales líquidos sin adecuado tratamiento.
- Deterioro de la calidad de las aguas superficiales por el alto contenido de coliformes totales y fecales de las aguas vertidas al cuerpo receptor.
- Pérdida de la biodiversidad biológica por el vertimiento de los residuos sin tratar al ecosistema
- Modificación del paisaje natural por las nuevas inversiones realizadas además de la disposición de nuevos terrenos para el autoconsumo y áreas verdes.
- Generación de empleos y oportunidades económicas.
- Fomento de comercio y servicios
- Aumento de la población en la periferia con el surgimiento de barrios espontáneos.
- Estimulación al desarrollo industrial.
- Desprendimiento de metano por la digestión anaerobia de los residuales líquidos.
- Utilización de refrigerantes agotadores del ozono.
- Agotamiento del recurso agua por el exceso de su consumo durante el procesamiento industrial.
- Entre las causas que originan los principales problemas ambientales encontramos:
  - El poco aprovechamiento de todos los subproductos de las industrias como las celdillas y pulpas aumentando la carga contaminante de los efluentes industriales.
  - No se mantiene una eficiente disciplina tecnológica para evitar el vertimiento de residuos sólidos groseros y tóxicos a las plantas de tratamiento.

Generalmente no se realiza un adecuado uso ni reuso de las aguas que se generan en el proceso productivo ni se desagregan las corrientes de la industria para disminuir el volumen y la carga contaminante de sus residuos.

No se tiene instalado en muchas industrias el sistema para recircular las aguas amarillas en el proceso productivo con el objetivo de aumentar los rendimientos de aceite esencial y disminuir este tóxico de los sistemas biológicos de depuración.

Aunque se han establecido contratos para la recogida del hollejo húmedo por las empresas ganaderas, aún existen problemas con su recogida y disposición provocando paradas innecesarias en la industria y contaminación en las zonas que son vertidos. (Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola, 2006)

#### **1.16. La Producción Más Limpia en la industria del cítrico.**

La PML comienza a implementarse en el sector agroindustrial a partir del establecimiento del Punto Focal de la Red Nacional de Producción Más Limpia en el Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical. Se comienza por desarrollar en el sector industrial del procesamiento de cítrico, una estrategia para involucrar a todas las empresas en la capacitación y formación de equipos ambientales con el objetivo de identificar opciones que permitieran reducir la contaminación desde la fuente, y a su vez, tuvieran un fuerte impacto económico en la reducción de los costos de producción y el uso eficiente de todos los recursos.

El trabajo del punto focal con las empresas industriales se ha desarrollado de forma estrecha y continuada, para resolver problemas relacionados con la PML, mediante evaluaciones en plantas y soluciones técnicas específicas. Se han creado modelos de aplicación exitosa que demuestran que la estrategia de PML es aplicable al sector y que los desechos se pueden convertir en ganancias. Por otro lado, se ha logrado combinar la PML con otros instrumentos relacionados como los sistemas de Gestión Ambiental, Salud y Seguridad del Trabajador, Sistemas de Gestión de la Calidad, Puntos Críticos de Control y Riesgos, entre otros.

El adiestramiento ha sido una herramienta de vital importancia en la aplicación de PML en este sector. En el caso del sector agroindustrial se han organizado cuatro módulos que incluyen entrenamientos prácticos-teóricos para la concientización, el aprendizaje de la metodología y su evaluación y categorización como expertos nacionales e internacionales de PML. Se imparten conferencias, seminarios, entrenamientos de una semana en dependencia del grado de profundidad que requieran los participantes. También se ha introducido este tópico en la maestría en Citricultura Tropical con el objetivo de que los futuros profesionales de proceso tengan una visión de Producción Más Limpia a la hora de diseñar o poner en marcha en proceso. (Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola, 2006).

### **1.17. Recomendaciones para poner en práctica una estrategia de Producción Más Limpia.**

En documentos publicados por la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) se dan a conocer diferentes metodologías para orientar el trabajo de las industrias en ese sentido, las de mayor significación resultan por orden de ejecución:

#### **Metodología para la realización de diagnósticos ambientales.**

Este se considera el primer paso a seguir y se basa en el desarrollo de una serie de puntos medulares de la industria entre los que se destacan la localización geográfica de la empresa, el manejo del agua y la energía, los residuos sólidos y líquidos, así como la calidad del aire entre otros. (ONUUDI, 2005)

#### **Metodología para la estimación de focos capaces de generar opciones de Producción Más Limpia.**

El buen término de este paso está centrado en la minuciosidad con que trabajen las personas que lo van a desarrollar, ya que se debe recorrer cada punto del proceso y valorar en la práctica los equipos o focos concretos que permitan con alguna modificación o reparación aportar beneficios a la industria tanto económicos como ambientales.

#### **Metodología para el cálculo y evaluación de opciones de Producción Más Limpia.**

En este punto se exponen resultados de los cálculos realizados en cada una de las opciones ya sea de ahorro de portadores energéticos y su consecuente ahorro económico, así como de reducción de emisiones de contaminantes del medio ambiente. (ONUUDI, 2006)

### **1.18. Herramienta para determinar la ganancia térmica en cámaras de refrigeración.**

El Grupo Inspección Estatal Energética de Cienfuegos refiere que con la aplicación del software computacional denominado NEVERA y desarrollado por un equipo de especialistas de dicha institución es posible estimar la ganancia térmica que se produce ya sea por dejar la puerta de la cámara abierta o por hendijas que presente esta. Para ello se requieren datos de temperatura, tipo de refrigerante y dimensiones de puertas o hendijas. (NEVERA, 2007).

### **1.19. Ahorro de energía eléctrica en sistemas de aire comprimido.**

Según el FIDE existen un sin número de medidas para el ahorro de electricidad en los compresores de aire, dándose como fundamentales el establecimiento de una temperatura adecuada en el local donde se ubican, la eliminación de salideros de

aire en las tuberías que lo distribuyen por todo el proceso y el cumplimiento estricto de los ciclos de mantenimiento de estos equipos. (FIDE, 2007).

### **1.20. Procedimiento para valorar una inversión económica.**

Se plantea que para comprobar la factibilidad de una inversión se pueden calcular indicadores como el VAN y el TIR, además del plazo de recuperación de la inversión y el % de retorno de la misma.

La inversión inicial se determina a partir del costo de adquisición de los equipos y materiales necesarios para poner en práctica las diferentes opciones.

$$I_{\text{total}} = C_{\text{adq. total}} \quad (1.1)$$

El costo de producción (CP) se determina de acuerdo a los elementos de costos, recogidos en costos fijos (CF) y costos variables (CV).

$$CP = CF + CV \quad (1.2)$$

El valor de la producción (VP) se calcula como el precio unitario de cada producto por el volumen de producción de cada producto.

$$VP = \text{pup} * \text{Volumen de producción} \quad (1.3)$$

Una vez determinado el costo de producción total y el valor de la producción, se calculan los indicadores económicos que permiten definir la eficiencia económica del proceso. Se recomienda utilizar como indicadores económicos para definir la factibilidad económica del proceso el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el Plazo de Recuperación de la Inversión (PRI).

El movimiento de fondos o flujo de caja, es la diferencia entre los cobros y pagos que se producen como resultado de la inversión. Este movimiento de fondos se hace para cada año del horizonte.

$$\text{Movimiento de fondos} = \text{Cobros} - \text{Pagos} \quad (1.4)$$

El VAN, se determina como la suma del movimiento de fondo actualizado, para un interés dado (  $i$  ) en el tiempo que enmarca el horizonte (  $t$  ).

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \quad (1.5)$$

El TIR, se determina calculando el VAN para diferentes tasas de interés, donde si el  $TIR > i$ , conviene la realización del proyecto. El PRI, es aquel en donde el movimiento de fondo se hace positivo, lo que quiere decir que ya se pagó la inversión realizada. (Turton, 1999)

### **Conclusiones Parciales, que se desprenden del análisis bibliográfico.**

1-La necesidad de la protección del medio ambiente se hace cada vez mayor debido a su rápido deterioro en nuestros tiempos por el accionar del hombre de manera irresponsable.

2-Es evidente que la producción más limpia en Cuba favorece la producción industrial ya que elimina desechos innecesarios y evita la contaminación del medio ambiente.

3-Con la puesta en práctica de la Producción Más Limpia se facilita el trabajo de reducción de la contaminación del medio ambiente, incrementa la calidad en los productos terminados y mejora la eficiencia de las empresas.

4-La industria del cítrico y frutales provoca una carga contaminante considerable por lo que la implementación de la Producción Más Limpia es una necesidad.

5-La apuesta por una tecnología que reduzca el impacto ambiental en la producción se acepta como la mejor opción.

## **Capítulo II: Materiales y métodos**

### **2.1. Metodología para la realización del diagnóstico ambiental.**

La metodología que se usará en la investigación para realizar el diagnóstico ambiental es la presentada por la dirección provincial del CITMA: Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y la verificación del cumplimiento de los indicadores establecidos en la resolución CITMA 135/2004 para la obtención de Reconocimiento Ambiental.

Una vez realizado el diagnóstico ambiental y basado en los resultados del mismo, se identificarán en los diferentes procesos productivos las posibles opciones de Producción Más Limpia con el fin de desarrollar cada una de ellas.

#### **2.1.1. Datos de los ejecutores del diagnóstico ambiental.**

Deben aparecer los nombres, cargos y especialidades de cada una de las personas participantes en la elaboración del diagnóstico (no incluir *currículum vitae*).

No se admitirán diagnósticos elaborados por una sola persona, pues la gestión ambiental es un trabajo de equipo.

#### **2.1.2 Localización, condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad.**

Deben resumirse los aspectos más importantes en el área de influencia de la entidad y excluir resultados de estudios del ambiente natural, social, etc., que no estén relacionados o no tengan incidencia significativa en el desempeño ambiental de la entidad.

No incluir datos de temperatura ambiente; precipitaciones; humedad relativa; insolación; radicación solar; presión atmosférica; vientos y condiciones extremas; geomorfología; regímenes de marea; etc. Si éstos no se asocian con alguna situación que se relacione o incida en el desempeño ambiental de la entidad. Evitar poner información no útil a los efectos del reconocimiento ambiental.

#### **Desempeño básico de la entidad**

Declarar la misión de la empresa y la visión de la misma, además de citar las certificaciones de calidad con respecto a los productos evaluando el establecimiento y cumplimiento de las buenas prácticas y procedimientos señalados para el desarrollo de las actividades propias de la entidad.

#### 2.1.4. Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país

Relacionar y evaluar cumplimiento de las principales regulaciones ambientales, sanitarias, de seguridad y protección vigentes aplicables a la entidad (además de leyes, decretos-leyes y resoluciones del CITMA, las normas técnicas de carácter general, incluyendo las de higiene de los alimentos, protección contra incendios, higiene comunal, protección e higiene del trabajo).

La identificación de las regulaciones vigentes aplicables a cada entidad u organización se debe hacer teniendo en cuenta sus actividades fundamentales y características propias, así como la relevancia de cada regulación en el desempeño ambiental.

#### 2.1.5. Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.

Deben identificarse las actividades de la entidad que generan impactos ambientales significativos, así como los aspectos asociados, de acuerdo al siguiente formato:

Ejemplo:

Tabla 2.1: Ejemplo para identificar y valorar impactos ambientales.

Actividad	Aspecto asociado	Impacto ambiental	Carácter del impacto	Valoración del impacto
Producción de frazadas	Emisión de polvo	Afectaciones a la salud	Negativo	Elevado
	Generación de ingresos y empleo	Mejora socioeconómica de la localidad	Positivo	Elevado
Uso de la playa	Paso de turistas sobre la duna	Erosión de la duna	Negativo	Moderado
Actividad hotelera	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso	Negativo	Moderado
	Generación de ingresos	Contribución a la economía nacional	Positivo	Moderado
	Uso de mano de obra local	Mejora de la situación socioeconómica local	Positivo	Elevado



	Generación de residuales	Contaminación de las aguas y el suelo	Negativo	Bajo
--	--------------------------	---------------------------------------	----------	------

La identificación y valoración de impactos ambientales que genera la entidad deben hacerse de forma clara y precisa, tomando en cuenta todas las actividades que se realizan en la misma. Deben reflejarse de manera precisa los impactos ambientales significativos que genera la entidad. Excluir aspectos e impactos intrascendentes y ambiguos.

**2.1.6. Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental (política, objetivos y metas ambientales)**

La política ambiental se debe declarar de forma clara y concreta.

La política declarada debe reflejar aspectos tales como su correspondencia con las estrategias ambientales nacional, sectorial y territorial; el compromiso de la mejora continua; la participación de todos los trabajadores en este proceso; la información y capacitación del personal en temas ambientales; la adopción de las mejores tecnologías disponibles; el uso eficiente de los recursos naturales, materias primas e insumos, entre otros.

Tomando como referencia la política declarada, deben definirse, como resultado del diagnóstico, las metas y objetivos ambientales, así los indicadores para medir su cumplimiento. En la política ambiental solo se incluirán principios generales, no metas ni acciones específicas tales como tratamiento de los residuales; reciclaje de latas de aluminio, papel y cartón; instalación de medidores de los consumos de agua; protección de las tortugas marinas, etc.

Los objetivos ambientales pueden definirse como los fines que la entidad se propone alcanzar en su desempeño ambiental, programados cronológicamente y cuantificados en la medida de lo posible a través de indicadores para este fin.

Los objetivos ambientales responderán a los principios declarados en la política.

Las metas ambientales son requisitos detallados de actuación, cuantificados siempre que sea posible, aplicables a la entidad o a partes de ésta, que tienen su origen en los objetivos ambientales y se deben cumplir para alcanzarlos. Se fijan para períodos determinados.

Los objetivos y metas deberán ser alcanzables por la entidad en los plazos previstos. No trazar metas cuyo cumplimiento dependa de otros.

### 2.1.7. Manejo del agua

Reflejar fuente y empresa de suministro.

Describir red de suministro interno de la entidad y reflejar su estado (material de las tuberías; la cantidad de depósitos y bombas; la existencia o no de metro contadores, puntos donde éstos están instalados; limpieza de los depósitos, frecuencia de la misma).

Reflejar los consumos de agua anuales totales y por unidad de producto/servicio en los últimos tres años y comparar estos índices con relación a lo planificado y con los parámetros nacionales e internacionales de instalaciones similares, tal como aparece en la siguiente tabla:

Tabla 2.2: Valores de consumo de agua en las tres últimas campañas

Consumos de agua	Antepenúltimo año			Penúltimo año			Último año		
	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento
Total anual en m <sup>3</sup>									
Consumo en m <sup>3</sup> por unidad de producto/servicio									

En caso de no existir medidores de consumos, éstos deberán estimarse por otros métodos (control del régimen de bombeo, mediciones de niveles en cisterna, etc.

Reflejar medidas o programa para el uso eficiente del agua.

### 2.1.8. Manejo de la energía

Brindar datos de los consumos de portadores energéticos de la entidad en los últimos tres años y hacer análisis comparativo, tal como aparece en la siguiente tabla:

Tabla 2.3: Valores de consumo de portadores energéticos en las tres últimas campañas

Consumos de portadores energéticos	Antepenúltimo año			Penúltimo año			Último año		
	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento	Plan	Real	% cumplimiento
Total anual (electricidad en (kW-h); combustibles en L)									
Consumo en kW-h o L por unidad de producto/servicio									

Reflejar la fuente o empresa suministradora de la energía.

#### 2.1.9. Calidad del aire

Reflejar resultados del monitoreo de la calidad del aire o de emisiones de la entidad.

En caso de no poder monitorearse, se deben estimar las emisiones de las calderas, chimeneas, etc., por metodologías establecidas en la literatura técnica. Deben aparecer los parámetros establecidos en la norma cubana de calidad del aire y reflejar las concentraciones máximas de contaminantes en los puntos críticos, a fin de valorar las afectaciones potenciales que pueden producirse en los mismos

#### 2.1.10. Ruidos y vibraciones

Identificar las fuentes emisoras de ruido y vibraciones.

Reflejar los resultados de las mediciones de los niveles de ruido detectado y su comparación con las normas vigentes, así como la existencia de quejas por las personas expuestas.

#### 2.1.11. Residuales líquidos

Caracterizar los residuales líquidos efectuando muestreos representativos.

Describir el diagrama de flujo del sistema de tratamiento, así como el estado técnico-constructivo y funcionamiento de sus componentes.

#### **2.1.12. Residuos sólidos**

Reflejar tipos y cantidades totales generadas en el año en unidades de peso o volumen.

Reflejar las cantidades y naturaleza de los residuos recuperables y no recuperables y su manejo, con especial énfasis en la recogida y disposición final.

#### **2.1.13. Productos químicos, combustibles, lubricantes**

Describir tipos, cantidades existentes o producidas, aplicación y requisitos de usos y prácticas de manejo, incluyendo el cumplimiento de los requisitos y normas de almacenamiento y transporte (existencia de muros de contención; estado general del almacén; condiciones constructivas, de ventilación e iluminación; estado de la cubierta; restricción de acceso).

Disponibilidad de fichas de información de los productos químicos utilizados.

Existencias de productos químicos ociosos y caducados. Procedimientos para la gestión de los mismos en caso de haberlos.

Disponibilidad de medios de protección personal para la manipulación de los productos químicos existentes. Conocimiento de los operarios acerca de los riesgos y peligros a los que están expuestos.

#### **2.1.14. Equipos de refrigeración y climatización**

Reflejar número de equipos y los refrigerantes que utilizan.

Reflejar estado técnico y prácticas de mantenimiento del equipamiento, incluyendo empresa o personal técnico que lo realiza.

Política de sustitución del equipamiento que usa Sustancias Agotadoras del Ozono (SAOs).

#### **2.1.15. Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos**

Reflejar si la entidad tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos y tecnologías amigables con el medio ambiente (productos a granel limitando los embalajes y envases; productos biodegradables; productos reciclables; sustitución de materias primas y sustancias químicas tóxicas y corrosivas; tecnologías que reduzcan el consumo de agua, energía, productos y la generación de residuos).

Reflejar prácticas de almacenamiento de los insumos adquiridos. Cumplimiento de las normas vigentes.

#### **2.1.16. Condiciones higiénico-sanitarias en general**

Reflejar una valoración general de las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas de la entidad.

#### **2.1.17. Drenaje pluvial**

Describir sistema de drenaje pluvial de las edificaciones y áreas exteriores y hacer una evaluación de su funcionamiento. Referirse a la disposición final de las aguas pluviales recolectadas.

#### **2.1.18.**

#### **Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia**

Evaluar la existencia de medidas para la Protección e Higiene del Trabajo y los planes de contingencia en caso de catástrofe.

#### **2.1.19. Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica**

Inclusión de los problemas ambientales en el banco de problemas de la entidad.

Exponer si se presentan trabajos en los Forum de Ciencia y Técnica o la ANIR y su impacto en la mejora del desempeño ambiental de la entidad.

#### **2.1.20. Atención al hombre**

Reflejar condiciones de trabajo del personal, estabilidad y sentido de pertenencia a la entidad.

### **2.2. Metodología para identificar los focos que generen opciones de Producción Más Limpia.**

Para realizar esta identificación se efectuó un recorrido por las diferentes líneas de producción con el objetivo de visualizar los lugares potenciales a definir como focos concretos que generen opciones de Producción Más Limpia y desarrollar el accionar sobre el mismo.

Para la recolección de los datos específicos de la identificación y algunas anotaciones de interés nos apoyaremos en la tabla siguiente brindada por ONUDI, según (ONUDI, 2006).

Tabla 2.4: Modelo para identificación de focos.

Procesos identificados con oportunidades de implementación de opciones de PML.	Focos de PML	Observaciones

### **Procesos identificados con oportunidades de PML**

Este cuadro se refiere a la línea de producción específicamente donde se han identificado las oportunidades.

#### **Focos de PML**

En este cuadro se exponen los focos donde podrían generarse opciones de Producción Más Limpia.

#### **Observaciones**

Por último se presenta un cuadro en que pueden plasmar aspectos que sean importantes conocer, así como posibles opciones a implementar.

### **2.3. Metodología para el desarrollo de opciones de Producción Más Limpia.**

Esta metodología la brinda la ONUDI para evaluar y calcular opciones de Producción Más Limpia en procesos industriales, según (ONUUDI, 2006)

#### **Situación actual**

Se expone cual es la situación que presenta en el momento del análisis el lugar donde se va a implementar la opción en cuestión.}

#### **Recomendación.**

Debe contemplar concretamente la opción a desarrollar.

#### **Cálculos necesarios**

En este punto se realizan los cálculos pertinentes para determinar los valores de los parámetros de mayor significación.

## **Análisis económico**

Se determinan costos, ahorro económico, inversión para implantar la opción, plazo de recuperación de la inversión así como otros parámetros de interés.

## **Impacto ambiental**

Se analiza como beneficia al medio ambiente la opción generada.

## **Tabla resumen**

Se muestran los resultados en una tabla resumen.

### **2.4. Tablas de datos utilizados en los cálculos de las opciones**

Es necesario tener en cuenta que una campaña regular de cítricos tiene una duración de 150 días. La duración de la campaña de frutales (mango, guayaba, incluyendo tomate) es de 250 días. Si se incluyen todas las frutas sería 360 días. Se considera el día de 20 horas de trabajo.

Tabla 2.5: Pérdidas de agua según tamaño del salidero

Tamaño del salidero	Pérdidas de agua en l/h
Válvula abierta de 12.5 mm ( ½ “)	420-480
Manguera de 19 mm (3/4”)	940- 2 000
Manguera de 25 mm (1”)	1 800-4 000
Tubería rota 50 mm (2”)	4 200

Tabla 2.6: Valor de cada unidad de portador energético secundario

Servicio	Por concepto de:	Valor
Vapor (1tn)	Fuel oil + Energía Eléctrica	17.05
Frío ( 1 TR)	2.08 kWh	0.34
Agua ( 1 m <sup>3</sup> )	Extracción del manto + Energía Eléctrica	0.197
Agua Suave (1 m <sup>3</sup> )	Extracción del manto + Energía Eléctrica + Insumos para el tratamiento	1.02

Tabla 2.7: Factor de emisión de contaminantes

Impactos Ambientales	Contaminantes	Factor de emisión g/kWh	Factor de emisión g/l
Lluvias ácidas	NOx	3.41	8
	SO <sub>2</sub>	0.0984	0.399
Gases dañinos	CO <sub>2</sub>	0.23	0.6
Efecto invernadero	CO	799	2986
Hidrocarburos	HC	0.083	0.12

## 2.5. Ecuaciones para la evaluación económica

Las ecuaciones utilizadas son las recomendadas por (Turton, 1998) que básicamente se refieren a la evaluación de proyecto de inversión, donde se calcula el valor actual neto (VAN), el plazo de recuperación de la inversión y otros indicadores de factibilidad. Estas se comentan en el epígrafe (1.20) capítulo 1.



## **Capítulo III: Diagnóstico ambiental y cálculo de opciones de Producción Más Limpia**

Se comienza haciendo una descripción del proceso productivo en general de la industria, el cual está básicamente dividido en el procesamiento de frutas cítricas: Naranja, toronjas y limón y el procesamiento de otras frutas tropicales: mango, guayaba, piña y el tomate.

### **3.1. Descripción tecnológica del proceso productivo. (Frutales)**

Las frutas que se procesan en la industria para la obtención de puré simples y concentrados se deben cosechar en estado de madurez fisiológica, es decir, cuando el fruto está totalmente maduro.

Debe tener su tamaño desarrollado y según el tipo y la variedad de la fruta deben lucir un color apropiado.

**Se deben considerar las siguientes características:**

- Fruta sana.
- Ausencia de ataques de insectos.
- Ausencia de daños mecánicos.
- Estado de madurez fisiológica.
- Color y textura uniformes y característicos del fruto.
- Valor mínimo de sólidos solubles (°Brix) (según la fruta)

### **Recepción y almacenamiento.**

El proceso de producción de todos los puré de frutas, se inician con el pesaje y recepción de la materia prima. Las frutas llegan a la industria en pallets o cajas y son descargados mediante montacargas en el área de recepción. En esta área las condiciones higiénico - sanitarias deben ser las adecuadas: los pisos, paredes y techos limpios, apropiada ventilación y sin la presencia de insectos, roedores o cualquier otro tipo de animales. Además, no se recomienda dejar almacenada por más de tres días la materia prima, antes de procesarla, porque esto puede provocar su deterioro o descomposición.

### **Lavado y selección.**

Después de un almacenamiento temporal, las frutas son lavadas en una tina de agua tratada con hipoclorito de sodio, para eliminar la suciedad y reducir la carga microbiana que los acompaña. Posteriormente, son transportadas por elevadores

de tablillas, para ser descargados en las mesas de selección, donde son separados los restos de pedúnculos, hojas o cualquier otra suciedad proveniente del campo. Además se separan las frutas verdes o dañadas, que no están aptos para el procesamiento y se desvían al depósito de destrío.

### **Trituración, precalentamiento y tamizado.**

Seguidamente, según el tipo de fruta, se alimentan a un molino de martillo que las tritura en pequeños trozos o a los dehuesadores en el caso del mango. Después, la pulpa se envía a un tanque para posteriormente ser precalentados entre 90 – 95 °C en un intercambiador de tubos concéntricos, que utiliza vapor de agua como agente de calentamiento. Esto garantiza un buen rendimiento en la fase sucesiva: extracción y refinación del puré. El puré precalentado, se alimenta a una refinadora (tamizador) con malla de 1,2 y 0,5 mm de diámetro, que separa las semillas y la corteza. El puré tamizado, se almacena en dos tanques de 3 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, para homogenizar el producto.

### **Evaporación.**

Si se desea producir puré concentrado, este se trasladada mediante bombas hacia el evaporador de doble efecto. La evaporación ocurre en intercambiadores de tubo y coraza con recirculación forzada y se utiliza vapor como agente de calentamiento. El vacío se garantiza a través de un condensador barométrico con una bomba de vacío. El puré de frutas se concentra hasta valores de °brix deseados y cuando el refractómetro muestra el valor indicado anteriormente, el puré alimenta al tanque de balance de la línea de envasado aséptico. Esta operación se obvia si el puré es simple.

### **Pasterización y enfriamiento.**

El puré de frutas simple o concentrado se hace pasar a través de un intercambiador de calor de tubos concéntricos, que cuenta con varias secciones de intercambio de calor. En la primera sección ocurre la pasterización, donde se emplea vapor de agua como agente de calentamiento para garantizar altas temperaturas (102 – 108 °C). La sección de mantenimiento garantiza un tiempo de retención del producto que oscila entre 30 y 120 segundos. En el primer enfriamiento, se utiliza agua proveniente de la torre de enfriamiento, para enfriar el puré de 108 °C hasta  $45 \pm 2$  °C y; en el segundo, etilenglicol para enfriar hasta 13 °C. Todo este proceso permite disminuir la población bacteriana y evitar la degradación de las propiedades organolépticas del producto como son el sabor, olor y color.

## **Envasado y almacenamiento del producto.**

El producto terminado se envasa, mediante una llenadora de dos cabezales en bolsas asépticas que se colocan dentro de bidones de 200 litros. Este producto es aséptico y no es necesario mantenerlo refrigerado, puesto que no tiene contacto con el medio ambiente, porque las bolsas son bolsas especiales provistas de barreras que no permiten que se contamine el producto. Una vez envasado el producto y etiquetados los tanques, estos son almacenados hasta su posterior comercialización.

En el procesamiento de las frutas, se utilizan varios servicios tecnológicos como la electricidad procedente de la pizarra general de distribución que se alimenta de un banco de transformadores de la red nacional. El aire comprimido generados por compresores de aire. El vapor de agua procedente de los generadores de vapor. El etilenglicol frío, es suministrado por un compresor de amoniaco tipo monoblock. El agua de enfriamiento recircula desde las torres de enfriamiento. El agua suave se garantiza a través de intercambiadores iónicos que disminuyen la dureza del agua.

Anexo 1

### **3.2. Descripción tecnológica del proceso productivo. (Cítricos)**

Las frutas son transportadas desde el frente de cosecha a través de camiones hasta la industria, luego se procede a su pesaje en el basculador, continuando hasta el área de recepción donde se descargan, en este sitio es tomado al azar una muestra de tres unidades independientemente del volumen y la especie, para analizar algunos parámetros de calidad de las frutas, se determina el Brix, índice de madurez, acidez, distribución de calibre y contenido de jugo. Desde el área de descarga son transportadas y elevadas por cintas transportadoras y elevadores de cangilones hasta los silos pasando por una mesa de preselección donde son separadas las piedras, palos, pedúnculos, ramas con hojas que puedan aparecer. Después de un almacenamiento temporal en los silos, la fruta es trasladada por cintas transportadoras hasta las líneas de extracción de jugo. Las frutas pasan por una lavadora, en este equipo las frutas son lavadas con agua tratada con hipoclorito de sodio, el contenido de cloro en el agua tiene que ser de 0.5 – 1.0 p.p.m para eliminar posibles bacterias o microorganismos presentes en las frutas. El recorrido continúa, elevando las frutas por un elevador de cangilones hasta la tolva de alimentación a la mesa de selección donde son separadas las frutas no aptas para el procesamiento, en mal estado, muy sucia, etc. Después pasan por una máquina de calibración o calibradora que está acoplada a la mesa de selección, esta operación se realiza con el fin de separar la fruta en tres calibres o tamaño y así facilitar la eficiente extracción del jugo.

Los grupos de frutas calibradas se distribuyen en las cintas que alimentan los extractores, las que están divididas longitudinalmente de acuerdo al diámetro de las copas, que coinciden con el calibre de las frutas que le llega, cuando el extractor está a máxima capacidad las frutas sobrantes no son asimiladas por él, por lo que regresan a las tolvas mediante cintas transportadoras que se llaman cintas de retorno. Los extractores están divididos en tres líneas de trabajo y según el calibre de las frutas. Los extractores son los encargados de obtener por separado las tres corrientes principales del proceso de producción: el jugo, la emulsión de agua-aceite y los deshechos sólidos.

**A partir del jugo extraído se obtienen cuatro productos mediante procesos diferentes:**

- Obtención de jugo concentrado congelado.
- Obtención de jugo simple.
- Obtención de jugo natural aséptico.

**Jugo Concentrado Congelado:** después de tamizado, al jugo obtenido en los extractores se le separa la pulpa grosera y pasa a los evaporadores, equipo en el cual por intercambio con vapor de agua se le extrae al jugo, la esencia y el agua que este contiene. Al evaporarse gran parte del agua que contenía el jugo se obtiene concentrado. Este jugo ya sea de naranja o toronja es enviado a los tanques de ajuste cada uno de 20 000 L y previstos de agitadores con el objetivo de homogenizar el lote. Estos tanques están contruidos de acero inoxidable y presentan un doble forro por donde circula amoníaco como agente refrigerante para disminuir su temperatura, ajustado el Brix, y el lote homogéneo, el jugo concentrado se bombea hacia la llenadora, donde el producto es envasado en dos bolsas de nylon que van dentro de los bidones, una vez llenas las bolsas con el peso requerido, se amarran con un atalazo, posterior a esto es tapado el bidón, asegurada su tapa y almacenados en las cámaras frías a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , listos para su exportación.

**Jugo Simple Congelado:** después de tamizado, al jugo obtenido en los extractores se le separa la pulpa grosera y a diferencia del proceso anterior este no pasa por los evaporadores sino que de forma natural se envasa en tanques de 10 000 litros donde se prepara el lote, con los requisitos adecuados y mediante una bomba se alimenta un intercambiador de calor donde se pasteriza el jugo en intercambio con vapor, con el objetivo de eliminar microorganismos y bacterias. El jugo de naranja es pasterizado a una temperatura que oscila entre  $96 - 98\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el de toronja entre  $94 - 96\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en ambos casos con retención de 10 s. El jugo que entra al pasterizador es precalentado, posteriormente es sometido a un primer enfriamiento con agua de torre, y después pasa por otros dos intercambiadores de calor a placas que utiliza

como agente refrigerante el glicol para enfriarse hasta 4 °C, ya con esta temperatura se puede envasar y el flujo es bombeado a la llenadora, se envasa en dos bolsas de nylon que van dentro de los bidones, una vez llenas las bolsas con el peso requerido se amarran con un atalazo, posterior a esto es tapado el bidón, asegurada su tapa y almacenados en las cámaras frías a -20 °C, para su posterior exportación.

**Jugo Natural Aséptico:** después de tamizado, al jugo obtenido en los extractores se le separa la pulpa grosera y de la misma manera que cuando se produce jugo simple o natural congelado este se almacena en los tanques de 10 000 litros donde se prepara el lote con los requisitos adecuados y mediante una bomba y una válvula de tres vías se alimenta otro tanque de balance que pertenece a la línea de jugo aséptico, de este tanque de balance el jugo pasa a un desareador para eliminar el oxígeno presente en el jugo y así evitar la posterior oxidación del producto, después pasa por un intercambiador de calor (previamente limpio y estéril) donde se pasteriza el jugo en intercambio con agua - vapor, con el objetivo de eliminar microorganismos y bacterias. El jugo después de alcanzar la temperatura fijada para su pasterización es sometido a un primer enfriamiento con agua de torre y después pasa por la sección de enfriamiento que utiliza como agente refrigerante el glicol, el proceso es totalmente automatizado y cuando todas las condiciones operacionales se cumplen el jugo va directamente a la llenadora aséptica, se envasa en bolsas especiales de alta barrera porque este producto no puede tener el más mínimo contacto con el medio, los cabezales de la llenadora aséptica están diseñados para mantener la esterilidad y el producto final no necesita refrigeración, entonces se envasan en bidones o bins para su posterior exportación.

**Aceites Esenciales:** Mientras los extractores están trabajando es inyectada agua en forma de spray alrededor de las copas que son los dispositivos donde son exprimidas las frutas, en el momento de la expresión estas desprenden de su corteza los aceites esenciales, estos son arrastrado por el agua formándose la emulsión agua-aceite.

La emulsión proveniente de los extractores pasa primeramente por un filtro rotatorio con el fin de separar las partículas de mayor diámetro, posteriormente son separadas las partículas de un diámetro mayor a 0.2 mm en un filtro parabólico, la mezcla de agua, aceite y lodos es sometida a centrifugación de dos etapas una centrífuga deslodadora, y otra centrífuga pulidora que es la que separa todos los lodos del aceite esencial. Después va al proceso de descerado (formación de ceras) en cámaras de congelación, las ceras se eliminan por decantación El producto se envasa en bidones de acero con recubrimiento interior de resina epóxica. Una vez llenos se almacenan en cámaras refrigeradas a temperatura entre 5 y 10 °C. Estos aceites tienen gran demanda en el mercado de las pinturas, diluyentes y cosméticos.

Los deshechos sólidos de la fruta (corteza, hollejos y semillas) son transportados a través de tornillos helicoidales hasta almacenarse en tolvas para ser distribuido en camiones como hollejo húmedo para la alimentación del ganado. Anexo 2.

### 3.3. Diagnóstico Ambiental de la industria.

#### 3.3.1. Datos de los ejecutores del diagnóstico ambiental.

Nombre del miembro del equipo ejecutor del diagnóstico	Especialidad	Cargo que desempeñan
Mercedes Tabío Róbinson	Lic. en Alimentos	Especialista principal de calidad
Lídice Águila Castro	Ing. Química	Auditora de calidad-producción
Isela Costales Pérez	Ing. Mecánica	Especialista en uso racional de la energía.
Liván González Rodríguez	Ing. Químico	Especialista principal de tecnología
Daniel Fernández López	Ing. Industrial	Especialista principal de producción
Luis A. Olivera Díaz	Ing. Termoenergético	Especialista en tecnología
Osmany García Cancio	Ing. Mecánico	Especialista en tecnología
Mariela Oliva Rodríguez	Ing. Químico MSc. en Administración de empresas	Especialista en tecnología

#### 3.3.2. Localización, condiciones naturales y socioeconómicas del entorno donde está enclavada la entidad.

La planta industrial está situada en el centro sur de la provincia de Matanzas aproximadamente a 900 m de la Autopista Nacional y la posición geográfica es exactamente 22°31'40" de LN y 81°7'40" de LW a 10 m de altura sobre el nivel del mar.

El entorno de esta unidad está compuesto de la siguiente manera: al noroeste se encuentra el Batey “El Vivero” de aproximadamente 140 viviendas y también en esa dirección a 1 Km los envasaderos de Fruta Fresca Jagüey 1 y Jagüey 2. Al norte se encuentra el Hospital Municipal Iluminado Rodríguez y la ciudad de Jagüey Grande. Al sur cruzando la Autopista se encuentra un punto de ventas RUMBOS y un Servicentro ORO NEGRO. En el suroeste de la industria existen viviendas dispersas.

### **3.3.3. Desempeño básico de la entidad.**

La misión del combinado industrial “Héroes de Girón” ubicado en Jagüey Grande, provincia de Matanzas es: producir jugos, puré simples y concentrados y otros productos derivados de frutas cítricas y tropicales que satisfagan las necesidades siempre crecientes del cliente con el sabor, color, y aroma exclusivos de Jagüey Grande.

La visión es que el centro se consolida como una organización altamente eficiente y competitiva, capaz de procesar con eficiencia los volúmenes de fruta a recibir, los productos son referencia en el mercado nacional y en el exterior por su calidad, color y sabor, así como por el beneficio que le reporta a los clientes. Sus niveles de ventas crecen y con ello las utilidades, todo basado en una empresa moderna, diversificada y solvente.

La unidad tiene certificado el Sistema de Calidad ISO 9001:2000 por BVQI, los cuales realizan auditorias periodicamente. Se exhiben otros certificados como por ejemplo el de la SGF (Grupo que acredita la autenticidad de los productos que se comercializan y las condiciones higiénico-sanitarias de la planta donde se producen).

El certificado KOSHER permite comercializar los productos en la Comunidad Judía y con frecuencia la UEB es auditada por parte de los rabinos, clientes muy exigentes en los requisitos para el producto.

Las buenas prácticas de producción están bien establecidas y se llevan a cabo por parte del personal. Todos los procesos y actividades de la empresa se encuentran descritas en los procedimientos normalizativos de organización siendo este sistema comprobado en auditorias trimestrales.

Las empresas de la competencia son las siguientes: Cítricos Ceballos, Cítricos Contramaestre, La Conchita y Planta Libertad, todas aquí en el país. En el mercado internacional la competencia se encuentra fundamentalmente en: La Florida y Brasil.

Los principales clientes de los productos exportables son de la Unión Europea y en fronteras todo se comercializa a través de la Comercializadora de la empresa a la Industria “La Estancia” y al Polo Turístico de Varadero y La Habana.

El principal proveedor de materia prima es la propia empresa, además de Troncoso y Ceiba, en lo que a cítricos respecta. También se reciben frutas de otras formas productivas, como CPA (Cooperativa de Producción Agropecuaria), CCS (Cooperativa de Crédito y Servicios), Acopios, de diferentes provincias, etc. Cuenta con una amplia gama de proveedores nacionales e internacionales para adquirir equipamiento, piezas, insumo, materiales, medios de protección, etc.

La unidad le presta servicios a la planta “La Estancia” del Ministerio de la Industria Alimenticia que se encuentra dentro de sus instalaciones. Esta recibe prestaciones tecnológicas como: Refrigeración, Abasto de agua, Energía Eléctrica, Vapor, Laboratorio y Mantenimiento-taller.

Los recursos humanos son una fortaleza de la unidad. La plantilla de la UEB es de 446 trabajadores, existen cubiertas 489 plazas, desglosadas en las siguientes categorías: 323 obreros directos, 43 en servicios, 7 cuadros y 116 técnicos. El nivel de profesionalidad es elevado.

#### **3.3.4. Cumplimiento de las regulaciones ambientales y sanitarias vigentes en el país.**

La UEB cuenta con la Ley 13 de Protección e Higiene del Trabajo, la Norma Cubana 19-00-04 de capacitación sobre Protección e Higiene del Trabajo, Resolución 19/2003 sobre investigación de los accidentes del trabajo, la Resolución # 31/2002 y el folleto Curso Básico de seguridad y Salud en el trabajo que trata sobre Identificación, Evaluación y Control de los factores de riesgos, Reglamento de las áreas protegidas y Metodología para Permiso de Seguridad. Son realizadas visitas todos los meses por el MINSAP (Centro Municipal de Higiene) en las que se dejan recomendaciones y tareas orientadas para su cumplimiento en un tiempo determinado.

Hay que señalar que no se establecen regulaciones por parte del CITMA y de otros organismos sobre Higiene de los Alimentos, puesto que las producciones son evaluadas por los sistemas anteriormente señalados.



### 3.3.5. Identificación y valoración de impactos ambientales generados por la entidad.

Tabla 3.1: Identificación y valoración de impactos ambientales.

Actividad	Aspecto asociado	Impacto ambiental	Carácter del impacto	Valoración del impacto
Procesamiento de frutas para la producción de jugos y puré simples y concentrados y otros derivados	Consumo de fuel oil	Aumento de gastos para la economía nacional	Negativo	Moderado
		Emanaciones de gases a la atmósfera	Negativo	Moderado
	Consumo de energía eléctrica	Aumento de gastos para la economía nacional	Negativo	Moderado
	Consumo de agua	Reducción de la disponibilidad del recurso	Negativo	Moderado
	Generación de ingresos	Contribución a la economía nacional	Positivo	Elevado
	Empleo de mano de obra local	Mejora de la situación socioeconómica local	Positivo	Elevado
	Generación de residuales	Contaminación de las aguas y los suelos	Negativo	Elevado

El principal problema ambiental es la contaminación del suelo en la zona aledaña a la industria provocada por la infiltración al manto de los residuales líquidos sin tratamiento, aunque todas las acciones para ahorrar portadores energéticos y agua serán beneficiosas ya que la industria es alta consumidora de estos.

### **3.3.6. Definición de los elementos componentes del Sistema de Gestión Ambiental (política, objetivos y metas ambientales)**

Política Ambiental:

Aumentar el bienestar y el sentido de pertenencia de todos los trabajadores, y comprometerlos a alcanzar altos volúmenes de producción con elevada eficiencia, calidad y ahorro de portadores energéticos, en armonía con el Medio Ambiente, en aras de lograr un Desarrollo Sostenible.

#### **Objetivos ambientales:**

- Usar eficientemente el agua, materias primas, productos e insumos.
- Minimizar y manejar adecuadamente los residuales líquidos, sólidos y emisiones gaseosas.
- Reducir las cargas contaminantes emitidas al medio ambiente
- Aprovechar económicamente los residuales con potencialidad para ello
- Establecer una política de compras de tecnologías y productos amigables con el medio ambiente
- Educar y capacitar en temas ambientales al capital humano y exhortarlo a participar en las soluciones a los problemas ambientales de la entidad.

#### **Metas ambientales:**

- Disminuir el volumen de agua por unidad de producto en un 20 % y por tanto reducir la generación de aguas residuales en el año.
- Disminuir el consumo de energía eléctrica por unidad de producto en un 12 % en el año
- Disminuir en un 15 % el valor de la carga contaminante en aguas residuales.
- Aumentar la eficiencia energética disminuyendo el índice de consumo de combustible convencional por unidad de producción terminada en un 10 %.
- Disponer del monto de inversiones para la solución de problemas ambientales.
- Garantizar que más del 95% de las compras sean de tecnologías y productos amigables con el medio.
- Reducir en un 10% los equipos que utilizan sustancias agotadoras de la capa de ozono.
- Capacitar al 100% de los trabajadores en temas sobre el cuidado y conservación del Medio Ambiente y la importancia de la implementación de Producción Más Limpia.

## **Indicadores para medir el cumplimiento de los objetivos ambientales:**

- El logro de los objetivos se puede medir a través de indicadores predeterminados de desempeño ambiental tales como:
- Disponibilidad de información actualizada sistemáticamente sobre los principales problemas ambientales de la entidad.
- Incremento del grado de participación de los trabajadores en la gestión ambiental de la entidad.
- Porcentaje de minimización de la generación de residuales logrado en una unidad de tiempo
- Porcentaje de reducción de carga contaminante emitida al medio ambiente alcanzado en una unidad de tiempo.
- Consumo de materias primas, productos, agua o energía por unidad de producto.
- Residuales producidos por cantidad de producto terminado.
- Inversiones realizadas para la protección ambiental.

## **Manejo del agua**

Existen dos pozos para extraer el agua del manto y bombearla a una cisterna de hormigón que tiene una capacidad de 2500 m<sup>3</sup>, existen además una serie de bombas para diferentes fines como por ejemplo: el sistema contra incendio, para subir el agua al tanque elevado de capacidad de 400 m<sup>3</sup> y 30 m de altura, también existen bombas para garantizar el intercambio iónico en los suavizadores para la eliminación de los cationes calcio y magnesio y la respectiva distribución a la planta industrial del agua suavizada.

## **Red del sistema contra incendio**

La red exterior contra incendio que según proyecto debía tener instalados 15 hidrantes, sin embargo en la actualidad la situación es la siguiente:

Fuera de servicios ----- 8 hidrantes.

En mal estado ----- 4 hidrantes.

En buen estado ----- 3 hidrantes.

Existe además una red contra incendio interior dentro de la Planta de Producción y los Almacenes que cuentan con 8 puntos cuyo estado es el siguiente:

Fuera de servicios ----- 2 hidrantes.

En mal estado ----- 0 hidrantes.

En buen estado ----- 6 hidrantes.

También existen 10 bocas de riego cuyo estado es el siguiente:

Fuera de servicios ----- 3 hidrante.

En mal estado ----- 1 hidrante.

En buen estado ----- 6 hidrantes.

El suministro de agua a la planta de producción se hace a través de un puente de tuberías aéreo en el cual existen cuatro tuberías de acero negro.

Tubería de agua dura

Tubería de agua suave

Tubería de agua de torre (enfriamiento)

Tubería de retorno de agua de torre (enfriamiento)

El trasiego de agua dura se realiza a partir del tanque elevado, por la altura que posee, se garantiza una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup> en toda la red.

Para que todo el sistema de agua de torre de los evaporadores e intercambiadores pueda trabajar en un circuito cerrado y de esta forma hacer un uso racional del agua existe un bloque de cinco torres de enfriamiento que tienen en la parte inferior una cisterna con una capacidad de 100 m<sup>3</sup> de agua, de las 5 torres solo funcionan dos, que se montaron nuevas en el 2013, dos están fuera de servicio y una está sin montarse nueva en el almacén. Existe también, cerca de los evaporadores otra cisterna de hormigón (retorno) con una capacidad de 70 m<sup>3</sup>. Ambas cisternas se drenan, se limpian y se le repone el agua cuatro veces al año.

También trabaja con agua de torre el sistema de condensación del Frigorífico y el sistema de enfriamiento de los compresores de NH<sub>3</sub>, este sistema también tiene una torre de enfriamiento que tiene una capacidad de 40 m<sup>3</sup>. El tratamiento antialgas se realiza en todas las cisternas durante todo el año.

### **Consumidores de agua suave:**

Generadores de vapor (agua de alimentación)

Sistema de agua de torre

Centrífugas (agua de maniobra)

Sistema de sellaje de las bombas de los evaporadores

Consumidores de Agua Dura:

Extractores de jugo

Lavadoras de frutas

Tomas para limpieza no tecnológicas de la planta

Baños Sanitarios

Edificio Socio-administrativo

La unidad tiene en ejecución un programa de medidas de ahorro energético donde se incluye la revisión diaria de salideros de agua y la eliminación de los mismos, de no poderse realizar el trabajo en el momento se deja confeccionada la orden de trabajo para realizarlo en el mantenimiento de esa misma semana. Para conocer datos de consumo de agua en los tres últimos años ver Anexo # 3.

### **3.3.8. Manejo de la energía**

Existen 4 generadores de vapor que funcionan con Fuel–Oil suministrado por CUPET.

La energía eléctrica se garantiza a través de la red nacional y un banco de transformadores de 4 450 KVa. Existen 4 Grupos Electrógenos de emergencia.

Para el chequeo y control de los consumos de cada uno de los portadores, la industria se divide por áreas, siendo las más importantes: Frigorífico, Servicios y Planta de Producción. Para conocer datos de consumo de portadores energéticos ver Anexo # 4.

### **3.3.9. Calidad del aire**

La industria cuenta con 24 extractores de jugo los cuales son una fuente que contamina el aire en el área de trabajo donde están ubicados ya que estos expulsan parte del aceite que contiene la fruta lo cual hace que se dificulte la respiración de los trabajadores en esa área. Es preciso mencionar que no se cuenta con un método para estimar el daño que provoca el escape de aceite al aire. Se prevee realizar estudios sobre este tema por parte de especialistas que han sido contactados recientemente.

Otra fuente contaminante del aire son los cuatro generadores de vapor que funcionan en la empresa, con una capacidad instalada de 54 000 Kg de vapor /h. El combustible utilizado por las mismas es fuel oil y la presión de trabajo es de 13 Kg /cm<sup>2</sup>. Como producto de la combustión se expulsan al aire cantidades de monóxido

de carbono y dióxido de azufre generalmente, considerando la gran cantidad de combustible que se consume diariamente.

En los Anexos # 5 y 6 se muestran datos de emisiones de CO y SO<sub>2</sub> obtenidos en el mes de Marzo (mes de mayor actividad en la industria), en valores de flujo y luego de concentración.

Los valores de concentración se determinaron por el procedimiento que se brinda en (CIGEA,2005) y además se obtuvieron las concentraciones máximas admisibles normadas de las sustancias analizadas que son de 3 mg/m<sup>3</sup> para el monóxido de carbono y 0.05 mg/m<sup>3</sup> para el dióxido de azufre.

Después de realizarle a estos datos una Prueba de Hipótesis mediante el Software de procesamiento estadístico Statgraphics se obtuvo como resultado que para el monóxido de carbono no se cumple con el valor normado en (CIGEA,2005) , ya que el P-Value es menor que 0.05 por lo que se rechaza la Hipótesis nula, mientras que para el dióxido de azufre si se cumple con la norma ya que el P-Value es mayor que 0.05 por lo que se acepta la Hipótesis nula.

### **3.3.10. Ruidos y vibraciones**

En distintas áreas de la empresa, sobre todo en el proceso productivo están presentes los ruidos y vibraciones los que no han sido cuantificados pues no se posee el equipamiento para determinar hasta que punto existen tales afectaciones, las áreas pendientes por determinar el nivel de ruido son:

Planta de producción (área de extracción general, parte superior de recepción de frutas, línea de frutales, envase de jugos y puré y área de carga de hollejo húmedo).

Calderas

Almacenes de tanque

Sala de máquina

Laboratorio y oficinas de aseguramiento de la calidad y la Dirección de la UEB de Producción.

Cocina.

Vibraciones:

Se realizaron varias mediciones de vibraciones en diferentes áreas de la planta y los resultados son los siguientes:

Plataforma de Recepción de Frutas (GUMACO) ----- 2.03 mm/s

Plataforma Extracción #3 ----- 0.00mm/s

Plataforma de Congelado ----- 0.00mm/s

Concentradores ----- 1.28 mm/s

Las áreas de mayores niveles de vibraciones son:

Plataforma de Recepción de Frutas ----- 6.05 mm/s

Plataforma de Extracción 1 y 2 ----- 4.57 mm/s

Frecuentemente la plataforma del decantador en la línea de frutales--16.00 mm/s.

### **3.3.11. Residuales Líquidos**

Los residuales líquidos que se generan en la industria son fundamentalmente las soluciones de limpieza, aguas negras, los enjuagues de los tanques de jugo, los lodos y las aguas amarillas procedentes de las centrífugas que tienen cantidades de aceite esencial y sólidos suspendidos constituyendo estas el principal contaminante, la situación del tratamiento de los residuales líquidos se agudiza en estos momentos debido a que la planta de tratamiento no se encuentra funcionando.

En el Anexo # 5 se muestran valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los residuales líquidos en un período del mes de Marzo (mes de mayor actividad en la industria).

Según (CIGEA,2005), en la norma NC27:1999 VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A LAS AGUAS TERRESTRES Y AL ALCANTARILLADO para la protección de cuencas hidrográficas, en la tabla de límites máximos permisibles promedios para las descargas de aguas residuales según la clasificación del cuerpo receptor en la zona del vertimiento en la categoría A de un acuífero en zona saturada el cual se corresponde con la zona de la industria es de 70 mg/l de DQO.

Después de realizarle a estos datos una Prueba de Hipótesis mediante el Software de procesamiento estadístico Statgraphics se obtuvo como resultado que los valores de DQO no cumplen con la norma especificada, ya que el P-Value es menor que 0.05 por lo que se rechaza la Hipótesis nula y se demuestra lo planteado.

La descripción del flujo que siguen los residuales líquidos en la Planta de Tratamiento es el siguiente:

Todas las aguas residuales, llegan a la arqueta de bombeo, a través de una tubería soterrada donde ocurre la primera etapa de filtración, entrando a un canal donde está instalado un separador de sólidos groseros (hojas, ramas, cortezas de cítricos, etc.) que tiene forma de rastrillo, este va separando los sólidos mayores de 2 mm

que contiene el residual, los eleva y los deja caer en un recipiente para ser recogidos posteriormente. Seguidamente el residual desde la arqueta es bombeado y a través de la conductora se hace llegar a la planta de tratamiento. En la descarga de las bombas se encuentra instalado un flujómetro que indica el caudal enviado hacia la Planta de Tratamiento.

Al llegar a la planta descarga sobre un filtro de tambor rotatorio, que separa los sólidos de menor tamaño hasta 0.5 mm, estos caen en una tolva y son recogidos en un camión posteriormente. Estos sólidos unidos a los que se separan en la arqueta se les da el mismo destino que a los residuales sólidos en general, que se describirán posteriormente.

El líquido filtrado pasa a una arqueta de neutralización, donde se le adiciona el agente neutralizante (sosa cáustica) para aumentar su pH y los nutrientes que son soluciones al 20 % de urea y fosfato, ya que se considera que el contenido de nitrógeno y fósforo de los vertidos no es suficiente para la eliminación biológica de la carga contaminante. Esta arqueta está provista de un agitador que logra una completa homogenización entre los nutrientes, el reactivo de neutralización y el residual, antes de que pasen por reboso a un colector y seguidamente a una tubería soterrada que lo lleva a la laguna de aireación. Esta laguna es de tipo aeróbica-anaeróbica, lo cual permite que se produzcan digestiones aeróbicas-anaeróbicas, lográndose un mayor rendimiento en la depuración final. La aireación natural de la laguna está reforzada con aireadores superficiales, que suministran el oxígeno necesario para garantizar una amplia zona de digestión aeróbica en la zona superficial, y al mismo tiempo producen una mezcla imprescindible, para lograr un buen rendimiento en el sistema.

Para conseguir que el efluente final tenga el contenido de sólidos en suspensión requerido, el efluente de la laguna de aireación es decantado en un clarificador circular. La entrada se realiza por la parte inferior a través de una columna central, fluyendo el agua a un cilindro de distribución que garantiza una distribución uniforme del agua en todas las direcciones.

Los sólidos sedimentados son arrastrados por un sistema de rasquetas barredoras de fondo, a una tolva situada en el fondo del tanque, de donde son extraídos periódicamente por una tubería que se comunica con un depósito de donde aspiran las motobombas que envían estos al secadero (lecho de secado) ó lo recirculan cuando están en exceso a la cisterna de neutralización, ya que estos lodos son ricos en microorganismos, lo que favorece el proceso biológico que ocurre en la laguna de aireación.



El residual clarificado es recogido por un vertedero metálico perimetral, pasando a continuación a un canal colector periférico de donde pasará ya depurada a la conductora que va a los pozos.

El líquido filtrado que sale del secadero de lodo, va a un colector y por tubería soterrada se incorpora al colector periférico del clarificador para salir unido al agua efluente del clarificador (agua tratada).

El estado de la planta no es bueno, pues ésta fue construida hace alrededor de treinta años y sus componentes se han venido deteriorando por el paso del tiempo y por la agresividad del residual a tratar.

La tecnología no es moderna aunque todos los años se reparaba el equipamiento y los componentes de la planta, hasta el año 2005 cuando se acometía su reparación y se realizaban algunas acciones para su puesta en marcha se vio afectada por el paso del ciclón Dennis que azotó a la provincia de Matanzas en ese año y destruyó totalmente el transformador que alimentaba la corriente eléctrica a la planta quedando esta sin este servicio y por tanto interrumpida su reparación. Años posteriores se le han venido realizando algunas reparaciones menores y también se adquirió la geomembrana textil para evitar las infiltraciones de la laguna y los areadores. Ahora solo resta poner en marcha los mismos y evaluar la instalación.

### **3.3.12. Residuos sólidos**

El residual sólido de la industria es el hollejo húmedo que proviene de la extracción de jugos cítricos ya sea naranja ó toronja que es entre el 50 y el 55 % del volumen de la fruta y las semillas y corteza de las frutas tropicales.

Como la planta de forraje era un alto consumidor de fuel oil y se hacía prácticamente imposible mantenerla funcionando, ya no fue posible procesar todo el residuo húmedo. La situación se resuelve cuando la empresa de cítricos “Victoria de Girón” decide comprar un número considerable de cabezas de ganado, y así unida a las empresas ganaderas de las provincias Habana, Matanzas, Cienfuegos y Villa Clara, consumen todo el hollejo húmedo como alimento para el ganado.

Se construyó un plato de secado, aledaño a la industria para depositar este residuo sólido húmedo con capacidad de 300 ton al día, donde se recoge por parte de las empresas consumidoras.

### **3.3.13. Productos químicos, combustibles y lubricantes**

La tabla que se muestra a continuación agrupa los productos químicos, combustibles y lubricantes más usados en la industria, así como las resoluciones que amparan su manejo.

Tabla 3.2: Relación de productos químicos, combustibles y lubricantes.

Tipo	Nombre	Usos	Prácticas de manejo
Lubricantes	Aceites	Industria y Transporte	Res No. 423/98
	Grasas	Industria y Transporte	Res No. 423/98
Combustible	Fuel oil	Calderas de vapor	Res No. 423/98
Combustible	Diesel	Industria y Transporte	Res No. 423/98
Producto Químico	Digar 400	Agua de alimentar Calderas	Inst ALASTOR

Los productos químicos para el uso del Laboratorio se encuentran almacenados en un local con seguridad, colocados en estantes y debidamente controlados.

El técnico analista prepara 1 L de cada solución de trabajo y estas permanecen en el laboratorio para su uso en los análisis durante el proceso de elaboración y al producto terminado. Los pomos poseen identificación y se colocan en estantes al alcance de los técnicos. El laboratorio cuenta con una campana de extracción de gases.

Los tipos de productos químicos de uso permanente son ácidos, bases y sales, todos bajo control estricto de personal especializado. No existen cantidades notables de productos caducos y si estos son productos peligrosos o explosivos se procede según lo establecido por el MINFAR

Hay disponibilidad de los medios de protección para la manipulación de estas sustancias y existen todas las medidas de seguridad para los diferentes procedimientos.

El producto químico más peligroso está en el sistema de refrigeración de las cámaras del frigorífico que tiene como refrigerante amoniaco, para su manipulación en la descarga de las pipas y el funcionamiento de la planta se conocen todas las medidas de seguridad establecidas, se realizan ejercicios comprobatorios con el personal y se posee en la instalación todos los medios de protección necesarios como capas, botas, máscaras, caretas antigás, etc. Además de tener bien

declarado y descrito el plan de acción en caso de catástrofe, o sea de un escape de amoníaco.

#### **3.3.14. Equipos de refrigeración y climatización.**

En la siguiente tabla se relacionan la cantidad de equipos por tipo de refrigerante, así como su estado técnico.

Tabla 3.3: Relación de equipos de refrigeración y climatización.

Cantidad de equipos	Refrigerante	Estado técnico
65	R-22	Bueno
5	R-12	Bueno
16	R-134 A	Bueno
3	R- 404 A	Bueno
7	R- 717 ( amoníaco)	Bueno

De los equipos que usan R-12, 4 son refrigeradores domésticos.

De los equipos que usan R-22, 62 son aires acondicionados.

El servicio de mantenimiento y reparación de los equipos que usan refrigerante halogenados, está contratado para que lo realice la empresa Copextel, con frecuencia semestral o anual, estos mantenimientos se realizan en la propia unidad.

La planta ya es libre de productos que dañan la capa de ozono. Y a partir del año 2010 todos los equipos que se están adquiriendo ya sea por reposición o de nueva adquisición se están solicitando con refrigerante ecológico.

#### **3.3.15. Política de compras y uso de productos, materias primas e insumos.**

La empresa tiene una política definida con respecto a la adquisición de productos amigables con el medio ambiente.

Solo se compra algunas toneladas de sosa cáustica líquida y su almacenaje es correcto pues se deposita en un recipiente de acero inoxidable y se usa rápidamente en la limpieza tecnológica de la industria.

De otros productos se limita el envase y embalaje en pequeñas dosis de manera que se utiliza la cantidad necesaria en cada momento provocando que no exista deterioro o derrame de productos y se pueda ir desaprovechando los envases, así como los sacos de sosa, destruyéndolos en vertederos.

Dichos productos se encuentran almacenados en su almacén totalmente separados unos de otros y debidamente señalizado cumpliendo con las normas de calidad ISO-9000 como esta estipulado en la política de compra de la empresa.

Cuando se va a realizar la compra de una nueva tecnología, se tiene en cuenta, su relación con el entorno, los impactos que pueda producir, y que sea tecnología de punta, con las mejores condiciones para llevar a cabo los objetivos que se propone la empresa en su Política Ambiental, se trata de adquirir Tecnologías Más limpias para obtener Producciones Más limpias siempre dirigidos a lograr un desarrollo sostenible.

### **3.3.16. Condiciones higiénico-sanitarias en general**

Diariamente se realizan inspecciones higiénicas a la planta de producción, almacenes y frigorífico. Al encontrarse alguna deficiencias se comunica al responsable inmediato para solucionarla y se rechequea el área en otra inspección.

A las áreas interiores se le realizan inspecciones higiénico-sanitarias al menos dos veces en la quincena de acuerdo con la programación de los especialistas.

A las áreas exteriores se le realizan inspecciones higiénico-sanitarias quincenalmente.

Todo esto permite que las condiciones higiénico-sanitarias de la empresa de forma general sean buenas.

Se debe trabajar en función de crear cultura Higiénica Sanitaria. Estas son medidas que se establecen y se chequean:

No arrojar desechos al piso (sólidos o líquidos) estos se deben depositar en sus respectivos lugares y los depósitos deben estar provisto de tapas.

En las áreas de producción siempre se debe recoger los desechos sólidos antes de aplicar agua. Así se evita que estos vayan a parar a las atarjeas o queden apilados en lugares no adecuados, al depositarse mayor carga de sólidos en las atarjeas esto entorpece la circulación de los líquidos hacia su destino final.

Confeccionar y cumplir con un plan de limpieza de las atarjeas para eliminar la posible proliferación de vectores y mejorar la circulación de los residuales líquidos.

Confeccionar y cumplir el plan de limpieza de los depósitos de desechos sólidos.

Cumplir con el plan de chapea en las áreas exteriores y recogida de nylon, cartones, papeles y otros en las mismas.

Uso adecuado del vestuario.

Cumplir con los chequeos médicos periódicos de los trabajadores.

### **3.3.17. Drenaje pluvial**

El sistema del drenaje pluvial está concebido y construido en las áreas exteriores e interiores (Bajo techo).

Redes exteriores del drenaje pluvial:

Esta construido con el objetivo de recolectar todas las aguas de lluvia del área mediante rejillas, que son tragantes que van hasta los pozos de descarga habilitados para esta función.

Tragantes:

Están contruidos con rejillas de hierro fundido, ubicadas en calles y parqueos en declives de niveles.

Están contruidos ----- 22

Funcionando ----- 16

Registros Man Hole

Los registros pluviales reciben las cargas provenientes de las rejillas de calles y se unen mediante tuberías de hormigón, están distribuidos en las áreas exteriores de la planta en una cantidad de 46 registros de hormigón con Ø1.00m.

Utiliza tuberías de enlace entre ellos de hormigón de Ø 15", 24",30",36",42"y 54" hasta los pozos de descarga.

Las tapas de los registros están enumeradas y son de hierro fundido.

#### **Redes Interiores:**

Las redes interiores de pluviales están concebidas para recoger las aguas de techo y distribuir las hasta los registros exteriores, consta de 67 bajantes plásticos PVC de Ø 6"y 26 de Ø 4"para un total de 93 bajantes, estos bajantes descargan a los registros pluviales interiores que se comunican entre ellos por tuberías de hormigón y asbesto cemento de Ø 8", 10" y 12".

Drenajes en mal estado, se tienen fundamentalmente los que drenan desde el techo hasta el piso en varios lugares de la nave de producción, sobre todo en el techo del frigorífico y los almacenes, que está previsto sustituirlos en próximas reparaciones.

No existen áreas donde se acumule agua, ni la empresa ha ejecutado acciones que atenten contra el drenaje de otras áreas aledañas.

El drenaje pluvial está bien definido que es para recibir las aguas limpias de lluvia y su descarga al manto sin tratamiento.

Están divididas en pluviales exteriores e interiores, existen otras redes ajenas a los pluviales como las industriales y las fecales que totalizan las evacuaciones de la empresa todas soterradas y drenando para pozos de descarga y planta de tratamiento.

### **3.3.18. Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia**

De forma general la unidad cuenta con un programa de medidas para eliminar o minimizar los riesgos existentes.

Todos los puestos de trabajo cuentan con las medidas de seguridad específicas, existe gestión en la empresa para garantizar la Protección e Higiene del Trabajo.

Se lleva a cabo capacitación técnica y sobre seguridad y salud. Todos los trabajadores reciben la instrucción inicial general y la inicial específica antes de incorporarse al trabajo, así como aquellos puestos que necesiten la instrucción periódica que se realizan anualmente, también se capacitan sobre seguridad y salud a los Jefes de los distintos niveles con personal subordinado y a los cuadros de la empresa. Los trabajadores cuentan con los medios de protección y existe un consultorio que brinda los primeros auxilios en caso necesario. Se realizan inspecciones periódicas a las distintas áreas de la empresa con el objetivo de mejorar el ambiente laboral y se cuenta con todos los planes de contingencia en caso de catástrofes como: Incendios, Escape de Amoníaco, Explosión de Calderas, Intensas lluvias y Huracanes .

### **3.3.19. Introducción de resultados científico-técnicos e innovación tecnológica.**

En el banco de problemas de la UEB se recogen algunos relacionados con los problemas ambientales que hoy se presentan y el movimiento de FORUM enriquece la actividad innovadora en la empresa. Hay trabajos presentados por la ANIR que brindan soluciones muy prácticas y factibles, de gran impacto social y ecológico, garantizando además el ahorro de recursos, etc.

Existe y se ejecuta una estrategia de desarrollo con objetivos muy bien definidos en los cuales prima la innovación como proceso, se cuenta y funciona normalmente, una estructura que organiza, desarrolla, controla e informa periódicamente al Consejo de Producción de la marcha de las actividades de proyectos de innovación, planes de generalización, movimiento de Forum, etc.

El Consejo de Producción es el órgano asesor, compuesto por un grupo de directivos, funcionarios y especialistas que periódicamente, entre sus temáticas discute:

- proyectos de mejoras a los procesos,
- mejoras en la calidad de los productos,
- aumento de la productividad,
- acciones dirigidas a disminuir los costos,
- aspectos referentes al uso eficiente de los portadores energéticos,
- mejoras de condiciones de trabajo por áreas, etc.

Se ejecuta una correcta política de estímulo material y moral a los resultados en los eventos de FORUM de base y a los resultados cualitativos y cuantitativos en aplicaciones de la innovación tecnológica en los diferentes procesos.

Se presentan soluciones para un uso eficiente del agua y la energía, para el ahorro de todos los portadores energéticos y existen programas para su manejo racional.

Están definidos los recursos para la realización de los mantenimientos y reparaciones requeridas, se ejecutan y se controlan según plan.

Se ha logrado identificar y proteger de manera regular el flujo de innovaciones, cambios y mejoras tecnológicas, así como otros activos que añaden valor a la actividad productiva y comercial de la empresa. Se mantiene vigilancia tecnológica, se trabaja en grupo y se toman decisiones para introducir los logros obtenidos.

Se aprovecha la creatividad de los trabajadores, las posibilidades que brinda el movimiento del Forum de Ciencia y Técnica. La ANIR cuenta con un Buró y 5 CIR integrados por 111 asociados, de ellos 23 mujeres, 48 profesionales, 19 técnicos, 24 obreros calificados y 20 obreros de un total de 580 trabajadores. Representando un 22% de los trabajadores de la empresa.

Está constituida una Brigada Técnico Juvenil, la cual la dirige el Comité de la UJC, este es un punto donde se debe trabajar y ganar en organización para que los jóvenes estén junto a la vanguardia de la innovación en la empresa. En la última etapa hay resultados en este sentido pero aún es pobre.

El impacto de la innovación se mide por los niveles de ventas de productos y servicios teniendo en cuenta menores costos, calidad y oportunidad, también se tiene en cuenta el impacto ambiental y social.

Cada actividad de mejora o de innovación se le planifica los recursos materiales y humanos necesarios para su ejecución y siempre que es posible se realiza la mayor cantidad de actividad con recursos propios. Se realizan estudios de factibilidad a los proyectos y después de aplicados se calcula el impacto económico real de los mismos.

El diagnóstico del estado de la tecnología en la entidad se realiza a través de inspecciones técnicas periódicas realizadas por especialistas de la UEB de Mantenimiento y del Grupo de Técnica y Desarrollo. Existen para ello diferentes procedimientos incluidos en el Sistema de Calidad certificado con las ISO 9000 del 2000. Durante este sistema los especialistas se retroalimentan de los criterios y opiniones de los operarios, técnicos y mecánicos de las diferentes áreas de trabajo. Estos especialistas además constituyen la cantera fundamental de profesores para la capacitación de los trabajadores, la cual se realiza anualmente para formar nuevos operadores y para reevaluar a los continuantes.

Existen procedimientos para la vigilancia de los diferentes procesos. Se evalúan los parámetros de capacidad y eficiencia y los especialistas del Grupo de Técnica y Desarrollo son los encargados de rendir cuenta al Consejo de Dirección a través del J' del Grupo de esta actividad una vez al mes. Igualmente existe el procedimiento para cuándo es necesario un cambio de tecnología en cualquiera de las áreas o equipos de la empresa.

Hay una vinculación estrecha con el movimiento de aprendices del territorio y con la Universidad de Matanzas para la tutoría de tesis de estudiantes con especialidades afines a la actividad de la entidad y para la preparación y adiestramiento de recién graduados universitarios. Esta actividad está controlada con base en contratos y acuerdos con estos centros y los funcionarios del ministerio del trabajo del territorio.

### **3.3.20. Atención al hombre**

La entidad cuenta con los recursos necesarios para desarrollar un trabajo sistemático de atención a los trabajadores de hecho se cuenta con un presupuesto asignado para la alimentación, vestuario y medios de protección individual y colectivo. Existen instalaciones que propician el aseo de los trabajadores una vez que terminan su jornada laboral, se brindan servicios médicos especializados y estomatológicos, el servicio de comedor y cafetería mantiene un surtido variado en los platos que se ofertan.



### 3.4. Identificación de los principales focos que pueden generar opciones de Producción Más Limpia.

Tabla 3.5: Principales focos identificados

Procesos identificados con oportunidades de implementar opciones de PML.	Focos de PML	Opción de P+L
Nave de producción	Cubierta de la planta	1-Cambio de secciones del techo de la línea de frutales por tejas traslúcidas para aprovechar mejor la luz del sol.
	Tuberías de agua dura para la limpieza del área.	2-Colocar válvulas en las puntas de las mangueras.
Extracción (Cítricos)	Lavado de pulpas	3-Incorporación del jugo de lavado de pulpa al jugo regular
Extracción (Frutales y cítricos)	Lavadoras de frutas	4-Utilización del condensado vegetal en el lavado de fruta. 5-Recircular agua de las lavadoras
Generación de vapor	Tuberías del sistema de distribución de vapor en la industria	6-Recubrir con aislamiento térmico las tuberías que no están insuladas.
Producción de Jugo Concentrado	Evaporador FOMESA	7-Recuperar el agua de sellaje de las bombas del evaporador.

Línea de envasado aséptico	Sistema de enfriamiento secundario	8-Insular las tuberías que no tienen aislante térmico. 9-Recuperar el glicol
Abasto de agua	Bombas de agua de enfriamiento	10-Sustituir algunas bombas ineficientes del bloque de abasto de agua.

### **OPCIÓN 1.**

*Cambio de secciones de techo por tejas traslúcidas en el área de la Línea de Frutales.*

#### **Situación actual**

En la nave de producción donde se encuentra la línea de frutales existe una iluminación pobre por lo que se necesitan muchas lámparas que son altas consumidoras de energía eléctrica para conseguir la luz adecuada durante el día.

#### **Recomendación**

Cambiar secciones del techo por tejas traslúcidas para aprovechar la luz solar y no tener que encender las lámparas para la iluminación durante el día.

#### **Cálculos necesarios**

Determinación del consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación en la nave de producción de la línea de frutales:

Solo se considera para este cálculo las horas de trabajo de día que son aproximadamente 10 horas.

Cantidad de lámparas en la nave: 26 lámparas

Estas lámparas son de tipo mercuriales con bombillos de 250 W.

Electricidad consumida en una campaña = 250 W \* 26 lámparas \* 10 h \* 250 días

$$= 16250000 \text{ W/campaña} = 16250 \text{ kWh/campaña}$$

Al implementarse esta opción se facilita la visibilidad adecuada para trabajar durante el día por lo que se ahorraría esta cantidad de energía eléctrica.

## Análisis económico

Costo de la energía eléctrica = 0.168 \$/kWh. Según factura de la OBE del mes de agosto del 2017 .

$$\begin{aligned} \text{Ahorro económico} &= 16250 \text{ kWh/campaña} * 0.168 \text{ \$/kWh} \\ &= 2730.00 \text{ \$/campaña} \end{aligned}$$

Costos de los materiales necesarios para poner en práctica esta opción:

10 paneles traslúcidos de 6 m de largo por 1.5 m de ancho con un valor 185.75 \$/u (Según oferta del proveedor)

$$\begin{aligned} \text{Costo total de la inversión} &= (185.75 \text{ \$/u} * 10) \\ &= 1857.5 \text{ \$} \end{aligned}$$

## Impacto ambiental

El efecto ambiental que provoca esta opción está dado por la disminución del consumo de energía eléctrica, la cual implica la reducción del consumo de combustible para obtenerla. Según datos ofrecidos por la tabla 2.7 (Ver epígrafe 2.4 Capítulo 2) se pueden determinar la emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, en este caso se realiza para el monóxido de carbono y el dióxido de azufre a partir de la ecuación 3.1.

$$Emisión_{CO} = ElectricidadConsumida * FactorEmisión \quad (3.1)$$

Reducción de emisiones de CO = 12.98 t/campaña

Reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> = 0.0016 t/campaña

Tabla 3.1: Resumen opción 1

AHORRO DE ELECTRICIDAD	16250 kW/h campaña
Ahorro económico	2730.00 \$/campaña
Inversión	1857.5 \$
Reducción de emisiones de CO	12.98 t/campaña
Reducción de emisiones de SO <sub>2</sub>	0.0016 t/campaña

## **OPCIÓN 2.**

*Colocación de válvulas en las puntas de las mangueras para disminuir consumo de agua.*

### **Situación actual.**

Por las características del proceso tecnológico y por las condiciones de higiene que se exige en el proceso de elaboración de alimentos, es necesario mantener una limpieza constante en el área de producción, esta se realiza con mangueras, las cuales por descuido de los operadores en muchas ocasiones se quedan abiertas o mal cerradas trayendo consigo que se bote gran cantidad de agua.

En la industria anteriormente se han realizado inversiones con respecto al tema de las mangueras abiertas sin válvulas en las puntas. En años anteriores se colocaron varias de ellas, pero en la actualidad existen varios puntos de limpieza sin válvulas.

### **Recomendación.**

Colocar válvulas en las puntas de las mangueras de forma tal que si el operador no está usándola esta se cierre y no permita que se bote agua innecesariamente.

### **Cálculos necesarios.**

Los cálculos fueron realizados para una manguera de diámetro 25 mm, que es la que se utiliza en la industria.

Partiendo de esto se tiene que por una manguera de 25 mm puede salir un flujo entre 1800 - 4000 l/hora según la tabla 2.5 (Ver epígrafe 2.4 Capítulo 2).

Cantidad de mangueras sin válvulas: 6 en extracción y 3 en frutales

Flujo en las mangueras : 2900 l/h (media entre los valores tabulados)

Tiempo estimado que pueden estar botando agua : 2 h/día

Cantidad de agua que se pierde diariamente en cítricos = 2900 l/h \* 6 \* 2 h/día

$$=34800 \text{ l/día} = 34.80 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cantidad de agua que se pierde en una campaña cítricos = 34.80 m<sup>3</sup>/día \* 150 días

$$= 5\,220 \text{ m}^3/\text{campaña}$$

Cantidad de agua que se pierde diariamente frutales = 2900 l/h \* 3 \* 2 h/día

$$=17400 \text{ l/día} = 17.40 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cantidad de agua que se pierde en una campaña frutales =  $17.40 \text{ m}^3/\text{día} * 250 \text{ días}$   
 $= 4\,350 \text{ m}^3/\text{campaña}$

Al implementarse la opción se ahorraría en total  $9\,570 \text{ m}^3$  de agua.

**Análisis económico**

El costo de agua es  $0.197 \text{ \$/m}^3$ . Según la tabla 2.6 (Ver epígrafe 2.4 Capítulo 2)

Ahorro económico =  $9\,570 \text{ m}^3/\text{campaña} * 0.197 \text{ \$/m}^3$   
 $= 1\,885.29 \text{ \$/campaña}$

Costos de los materiales necesarios para poner en práctica esta opción:

9 Válvulas de tipo Pistola con un valor de  $37.55 \text{ \$/u}$ .

Costo total de la inversión =  $(37.55 \text{ \$/u} * 9)$

Costo total de la inversión =  $337.95 \text{ \$}$

**Impacto ambiental**

Con la aplicación de esta medida disminuye la extracción de  $9\,570 \text{ m}^3$  por campaña de agua del manto.

El ahorro de esta cantidad de agua equivale al consumo diario de una población de 27343 habitantes considerando un consumo de 350 litros per cápita.

Tabla 3.2: Resumen opción 2

AHORRO DE AGUA	$9\,570 \text{ m}^3/\text{campaña}$
Ahorro económico	$1\,885.29 \text{ \$/campaña}$
Inversión	$337.95 \text{ \$}$

### **OPCIÓN 3.**

*Lavar la pulpa que proviene del procesamiento de frutas cítricas.*

#### **Situación actual.**

La pulpa que se obtiene en la operación de tamizado o filtrado, en la obtención de jugos ya sea simple o concentrado, todavía contiene un % de jugo que se pierde durante este proceso, este jugo se envía junto con el hollejo hacia los camiones para ser recogido como alimento animal, es decir este jugo se está desaprovechando.

#### **Recomendación.**

Poner en funcionamiento una línea que nos permita extraerle a esta pulpa la mayor cantidad de jugo posible que esta pudiera arrastrar, para obtener un jugo de lavado de pulpa como subproducto, o simplemente incorporarlo al jugo de la línea que pasara a los evaporadores para concentrarlo. Esto aumentaría la eficiencia del proceso.

#### **Cálculos necesarios.**

Con el lavado de la pulpa se obtienen jugo de 5<sup>0</sup> Brix, el cual se concentra y se obtiene un Jugo Concentrado de lavado de pulpa, con cierto valor en el mercado y en otros casos se incorpora al jugo que viene de la línea de extracción aumentando la eficiencia industrial.

#### **Ingresos que se obtienen:**

Con la fruta cítrica que se estima procesar, es posible producir alrededor de 65 tn de jugo concentrado de lavado de pulpa, con un valor de 200 CUC la tonelada, esto representa un ingreso de 13000 CUC. Por otro lado si no se concentra y se adiciona al jugo regular, aumenta la eficiencia industrial en un 3.5 %, esto significa que el consumo de frutas por unidad de producto terminado disminuye considerablemente, disminuyendo así los costos de producción por concepto de materia prima.

#### **Inversión necesaria.**

Para la instalación de esta línea es necesario adquirir 2 motores eléctricos para sinfines, algunos materiales gastables como discos, electrodos. Las válvulas, bombas, sinfines, y un tamizador se encuentran en la industria en desuso. Se estima una inversión de 2 300 CUC.

### **Evaluación ambiental.**

Esta producción permite disminuir el contenido de jugo en los residuos sólidos en el proceso industrial, esto ayuda a disminuir la agresividad de los residuales, además de aumentar la eficiencia industrial.

Tabla 3.3: Resumen opción 3

Ingresos obtenidos	13000 CUC/año
Inversión	2 300 CUC

### **OPCIÓN 4.**

*Empleo del condensado vegetal en el lavado de los frutales.*

#### **Situación actual.**

En la industria existe una capacidad de evaporación de más de 40 000 lb/h de agua, que se extrae del jugo en el proceso de concentración. Parte de esta se utiliza en la limpieza tecnológica, y otra parte se vierte al manto sin darle utilización alguna, existe en la línea de frutales una tina para el lavado de la fruta que consume 7 m<sup>3</sup> de agua por hora, sin recirculación. Toda esta agua es extraída del manto.

#### **Recomendaciones.**

Dejar de botar el agua de condensado que no se utiliza en la limpieza tecnológica para utilizarla en el lavado de la fruta en la línea de frutales.

#### **Resultados.**

Este trabajo representó un ahorro de 35 000 m<sup>3</sup> de agua por el concepto del lavado de la fruta, ahorro de electricidad en las bombas de cisterna, dejó de botarse un agua que no se estaba aprovechando.

#### **Ahorros obtenidos:**

Valorando la reducción del consumo de agua, se ahorra 35 000 m<sup>3</sup>/año que representa en valores un ahorro de 6 895 \$ al año, teniendo en cuenta el precio de 1 m<sup>3</sup> de agua de 0.197 \$.

### **Inversión necesaria.**

Para poder lavar la fruta con condensado solo fue necesaria una inversión de 1 200.00 \$, que se utilizaron para la compra de tuberías y válvulas que permitieran llevar el agua hasta las lavadoras, la bomba que se utilizó para estos fines fue una bomba recuperada dentro de la propia empresa que estaba en desuso.

### **Período de recuperación de la inversión:**

De acuerdo con los ingresos económicos estimados de 6 895.00 \$/ año y la inversión de 1200.00 \$ la aplicación de esta opción tendrá un período de recuperación de 0.17 años, es decir aproximadamente 2 meses. Los costos de operación no se tienen en cuenta porque extrayendo el agua del manto, se consume mucho más energía que una bomba de condensado trabajando, enviando el agua a la lavadora.

### **Evaluación ambiental**

Este sistema nos permite eliminar la extracción de agua del manto, y trae consigo un ahorro de energía por concepto de electricidad en las bombas de agua.

Tabla 3.4: Resumen opción 4

AHORRO DE AGUA	35 000 m <sup>3</sup> /año
Ahorro Económico	6895.00 \$/año
Inversión	1200.00 \$
Período de recuperación	0.17 Años

### **OPCIÓN 5.**

*Recirculación por filtros del agua de las lavadoras de cítricos*

#### **Situación actual.**

Antes de pasar al proceso de extracción de jugo, la fruta cítrica es lavada, esta operación se realiza en las lavadoras cuyo consumo de agua es de aproximadamente 10 m<sup>3</sup>/h, en la industria se cuenta con 3 lavadoras de fruta. Como los volúmenes de cítricos han disminuido, se calcula teniendo en cuenta que solo 2 lavadoras trabajen simultáneamente por lo que sería 20 m<sup>3</sup>/h para realizar esta operación



### **Recomendación.**

En esta opción se recomienda colocar un sistema de tratamiento con diferentes filtros para eliminar sólidos, como piedras, ramas, hojas, y suciedades con el fin de aclarar el agua que pueda servir para recircularla nuevamente a las lavadoras.

### **Resultados.**

La industria procesa diariamente durante 20 h por lo que se consumen 400 m<sup>3</sup> de agua por día, y en una campaña de 150 días esto representa 60 000 m<sup>3</sup> que se dejarían de extraer del manto por campaña.

### **Ahorro obtenido:**

Se ahorra 60 000 m<sup>3</sup> de agua, que por el valor que tiene el m<sup>3</sup> (0.197 \$/ m<sup>3</sup>) este ahorro representa en valores 11820.00 \$ en el año.

### **Inversión necesaria.**

Para llevar a cabo esta opción sería necesaria una inversión de 50 000 \$ que incluye la compra del filtro de tres etapas y la instalación del sistema de depósito, tuberías y válvulas necesarias para la recirculación.

### **Periodo de recuperación de la inversión:**

De acuerdo con los ingresos económicos estimados de 11 820.00 \$/año y la inversión de 50 000 \$, la aplicación de esta medida tendrá un período de recuperación de 4.2 años

### **Evaluación ambiental**

Con este trabajo se deja de extraer del manto un total de 60 000 m<sup>3</sup> de agua por campaña, y esto tiene una gran importancia teniendo en cuenta los problemas actuales que existen en el mundo con el consumo de este recurso.

Tabla 3.5: Resumen opción 5

Ahorro de agua	60 000 m <sup>3</sup>
Ahorro Económico	11820.00 CUC
Inversión	50 000 CUC
Período de recuperación	4.2 Años

## **OPCION 6.**

*Recubrir con aislamiento térmico las tuberías que no están insuladas.*

Situación actual

Se detectaron en la planta varios tramos de tuberías de vapor que no están aislados, trayendo esto consigo pérdidas de calor.

### **Recomendación**

Se recomienda poner aislamiento en estas tuberías.

### **Cálculos necesarios**

Tuberías sin aislar detectadas en la planta:

De ½" : 6m, de ¾" : 12m, de 1" : 11m, de 1½" : 22m, de 2" : 64m, de 2½" : 10m, de 3": 12m, de 4": 9, de 5": 4m, de 6": 15m.

Temperatura media de las superficies de las tuberías: 75°C

Temperatura en el local: 28 °C

Expresión para determinar pérdidas de calor por convección:

$$Q = qk * L \quad (3.2)$$

Expresión para determinar pérdidas de calor por radiación:

$$Q = qs * E * L \quad (3.3)$$

El calor total quedaría como:

$$Q = (qk * L) + (qs * E * L)$$

Donde:

Q= flujo de calor (w/h)

L=longitud de la tubería (m)

qk= Coeficiente de convección (w/m)

qs= Coeficiente de radiación (w/m)

Los coeficientes qk y qs se obtienen por el gráfico de pérdidas de calor en tuberías no insuladas (Ver anexo # 8)

E= emisividad del material (adimensional)

Este coeficiente es igual a 0.65 para hierro oxidado y se obtiene según (Kern,1999)

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del calor perdido para cada diámetro de tubería, calculados mediante una programación en EXCEL.

Tabla 3.6: Pérdidas en tuberías de vapor sin aislar

Diámetro Tubería		qk(W/m)	L (m)	E	qs (W/m)	Q (W)	Q (kW/h)
1/2"	0.0127 m	27	6	0.65	18	232.20	0.232
3/4"	0.01905 m	38	12	0.65	30	690.00	0.690
1"	0.0254 m	62	11	0.65	41	975.15	0.975
1 1/2"	0.0381 m	68	22	0.65	60	2354.00	2.354
2"	0.0508 m	90	64	0.65	72	8755.20	8.755
2 1/2"	0.0635 m	95	10	0.65	93	1554.50	1.554
3"	0.0762 m	104	12	0.65	110	2106.00	2.106
4"	0.1016 m	156	9	0.65	158	2328.30	2.328
5"	0.127 m	180	4	0.65	185	1201.00	1.201
6"	0.152 m	210	15	0.65	208	4637.20	4.637
Total							24.83

Calor perdido total = 24.83 kW/h

Pérdidas de calor en una campaña = 24.83 kW/h \* 20 h \* 360 días

$$=178776\text{kWh /campaña}$$

Según datos de proveedores de aislantes las pérdidas se pueden reducir alrededor de un 85% con la aplicación de este.

Ahorro de calor en una campaña =178776 kWh/campaña \* 0.85

$$=151959.6\text{kWh/campaña}$$

Determinación del fuel oil que se ahorra:

$\eta$ : Eficiencia calderas = 70%

V: valor calórico del fuel oil = 9 600 kcal/kg

Q: Calor ahorrado =151959.6 kWh/campaña =130660942.5 kcal/campaña

B: Combustible ahorrado

$$B = \frac{Q}{\eta * V} \quad (3.4)$$

$$B = \frac{1306609425kcal / campaña}{0.7 * 9600kcal / kg}$$

$$B = 19443.59263kg / campaña = 19.443t / campaña$$

### **Análisis económico**

Costo de una tonelada de fuel oil =234.00 \$/t según el departamento de economía de la empresa.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro económico} &= 19.443 \text{ t/campaña} * 234.00 \text{ \$/tn} \\ &= 4549.47 \text{ \$/campaña} \end{aligned}$$

Costos de los materiales necesarios para poner en práctica esta opción:

En todas las tuberías se empleará el mismo tipo de aislante. (Coquilla de lana de vidrio) Según oferta de ALASTOR.

½" con un valor de 8.05 \$/m

¾" con un valor de 11.65 \$/m

1" con un valor de 10.25 \$/m

1½" con un valor de 13.45 \$/m

2" con un valor de 13.96 \$/m

2½" con un valor de 14.88 \$/m

3" con un valor de 15.78 \$/m

4" con un valor de 17.29 \$/m

5" con un valor de 19.23 \$/m

6" con un valor de 23.69 \$/m

Costo total de la inversión = (8.05 \$/m \* 6 m)+ (11.65 \$/m \* 12 m)+ (10.25 \$/m \* 11 m)+( 13.45 \$/m \* 22 m)+( 13.96 \$/m \* 64 m)+( 14.88 \$/m \* 10 m)+(15.78 \$/m \* 12 m)+(17.29 \$/m \* 9 m)+(19.23 \$/m \* 4 m)+(23.69 \$/ m \* 15 m)

Costo total de la inversión = 2416.23 \$

### Impacto ambiental

El impacto ambiental en este caso se analizará por concepto de reducción de emisiones de monóxido de carbono y dióxido de azufre como consecuencia de la disminución del consumo de fuel oil en la caldera para producir vapor.

Estos valores se calculan por medio de la ecuación 3.1 utilizando el valor del combustible ahorrado en esta opción.

Los resultados obtenidos fueron:

Reducción de emisiones de CO = 15535. kg/campaña

Reducción de emisiones de SO<sub>2</sub> =1.9132kg/campaña

Tabla 3.7: Resumen opción 7

Ahorro de calor	178776kWh /campaña
Ahorro de fuel oil	19,443 t/campaña
Ahorro económico	4549.47 \$/campaña
Inversión	2416.23
Reducción de emisiones de CO	15.53 t/campaña
Reducción de emisiones de SO <sub>2</sub>	0.00191 t/campaña

## **OPCION 7.**

*Recuperación del agua de sellaje de las bombas del evaporador FOMESA.*

### **Situación actual.**

Anteriormente se ha recuperado el agua de sello de los otros evaporadores pero el del evaporador FOMESA no se recircula. Existen 4 bombas que trabajan en condiciones de vacío, estas bombas tienen que necesariamente trabajar con agua de sellaje, que protege el sello mecánico y además evita las pérdidas del vacío en el equipo por filtración de aire, actualmente esta agua se bota y no se recupera.

### **Recomendaciones.**

Crear un sistema que permita recuperar esta agua y recircularla en el sellaje de las bombas. Se recolectará en cajuelas que descargan a un canal que drena en un tanque pequeño bajo el nivel del piso y este con una bomba lo impulsa a otro tanque que se encontrará en el tercer nivel y por gravedad se alimentan las bombas.

### **Resultados.**

Con esta opción se recupera aproximadamente 160 l/h de agua por cada bomba, se elimina el vertimiento constante de agua en el área, además del ahorro de electricidad para bombearla, disminuye el consumo de portadores energéticos y de otros insumos en la planta de producción.

### **Ahorros obtenidos:**

Estas bombas tienen un consumo de agua de 160 l/h x 4 bombas sería 640 l. En 20 horas de trabajo sería 12800 l ó 12.8 m<sup>3</sup> diarios. El agua suave tiene un valor de 0.90 CUC/m<sup>3</sup> por lo que económicamente esto representa un ahorro de 11.5 CUC diarios, que para una campaña de 250 días son 2 880 CUC al año.

### **Inversión necesaria.**

Para poner en funcionamiento este sistema sería necesario una inversión de aproximadamente 2000 CUC, para la compra de tuberías y accesorios de acero galvanizado. La bomba y los tanques se encuentran en fábrica, que se desmontaron de otra línea en desuso.

### **Periodo de recuperación de la inversión:**

De acuerdo con el ahorro calculado de 2880 CUC/año y el costo de la inversión de 2000 CUC esta opción tendrá un período de recuperación de 0.7 años (8 meses aproximadamente)

## Evaluación ambiental.

Se disminuye el consumo de agua suave, y disminuye los volúmenes de residuales que van hacia la planta de tratamiento.

Tabla 3.8: Resumen opción 8

Ahorro económico	2880 CUC
Inversión	2000 CUC
Período de recuperación	0.7 Años

### **OPCION 8.**

*Aislamiento de tuberías conductoras de fluidos refrigerantes.*

#### **Situación actual.**

Existen tuberías que conducen fluidos refrigerantes para el enfriamiento del producto que están sin aislar, produciéndose una capa de hielo en su superficie y por tanto el intercambio con el medio ambiente aumenta la temperatura, disminuyendo la eficiencia en el proceso de producción de frío.

#### **Recomendación.**

Aislar las tuberías que conducen refrigerante para evitar ganancias térmicas y aumento en el consumo de energía eléctrica en la estación compresora del refrigerante.

#### **Cálculos necesarios.**

Tuberías sin aislar detectadas en la planta, tanto de glicol como de amoniaco:

Tuberías con refrigerante a 0°C

De 1/2" : 45 m

De 3/4" : 38 m

De 1" : 3 m

Tuberías con refrigerante a -5°C

De 1 1/2" : 4 m

Tuberías con refrigerante a -10°C

De 2" : 16 m

Tuberías con refrigerante a -18°C

De 1" : 21 m

De 3" : 42 m

Tuberías con refrigerante a -20°C

De 1" : 5 m

Determinación de la Ganancia Térmica actual:

Temperatura ambiente : 30°C

El coeficiente total de transferencia térmica (U) para tuberías de acero no aisladas expuestas al medio ambiente con temperaturas interiores de conducción del medio refrigerante del orden de 10 a 25°F. es de : 2,1 Btu/h pie<sup>2</sup> °F = 190.81 kcal/h m<sup>2</sup> °C. Según (American Society of Heat, 1999)

Según datos ofrecidos por el departamento de tecnología 1TR (tonelada de refrigeración) equivale a 3025 kcal.

Cálculo de las áreas de las tuberías:

Las áreas se calcularon para cada diámetro de tubería a las diferentes temperaturas del refrigerante.

$$A = \pi * D * L \quad (3.5)$$

La ganancia térmica se determinó a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = U * A * \Delta T \quad (3.6)$$

Los resultados de estos cálculos se muestran en la siguiente tabla obtenidos mediante una programación en EXCEL :



Tabla 3.9: Ganancia térmica en tuberías de refrigerantes

Diámetro de la tubería (m)	Longitud (m)	Área(m <sup>2</sup> )	Temperatura de la tubería (°C)	Ganancia Térmica (kcal/h)
0.0127	45	1.795	0	10272.31
0.0190	38	2.267	0	12977.45
0.0254	3	0.239	0	1369.64
0.0381	4	0.479	-5	3195.83
0.0508	16	2.552	-10	19479.35
0.0254	21	1.675	-18	15339.99
0.0762	42	10.049	-18	92039.93
0.0254	5	0.399	-20	3804.56
TOTAL				158479.06

Ganancia térmica total = 158479.06. kcal/h

Ganancia térmica en una campaña = 158479.06 kcal/h \* 20 h \* 360 días

$$= 1141049232 \text{ kcal/campaña}$$

Según datos de proveedores de aislantes la ganancia térmica puede reducirse alrededor de un 85% con la aplicación de este.

Disminución de la ganancia térmica = 1141049232 kcal/campaña \* 0.85

$$= 969891847.2 \text{ kcal/campaña}$$

Toneladas de refrigeración que se ahorran al implementar la opción:

Ahorro en TR = 969891847.2 kcal/campaña / 3024 kcal/ TR

$$= 320731.431 \text{ TR}$$

Determinación del consumo de electricidad para producir estas TR:

Según tabla 2.6 (Ver epígrafe 2.4 Capítulo 2) para producir una TR se consumen 2.55 kWh de corriente eléctrica.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro de energía eléctrica} &= 320731.431 \text{ TR / campaña} * 2.55 \text{ kWh / TR} \\ &= 817865.14 \text{ kWh/campaña} \end{aligned}$$

Análisis económico

Según tabla 2.6 (Ver epígrafe 2.4 Capítulo 2) el costo de un kWh de energía eléctrica es de 0.168 \$/kWh.

$$\begin{aligned} \text{Ahorro económico} &= 817865.14 \text{ kWh/campaña} * 0.168 \text{ \$/kWh} \\ &= 137401.32\$/campaña \end{aligned}$$

Costos de los materiales necesarios para poner en práctica esta opción:

En todas las tuberías se empleará el mismo tipo de aislante. (Coquilla de Poliuretano) Según oferta de la firma ACOIN SL.

1/2" con un valor de 16.31 \$/m

3/4" con un valor de 16.62 \$/m

1" con un valor de 29.88 \$/m

1 1/2" con un valor de 32.39 \$/m

2" con un valor de 35.68 \$/m

3" con un valor de 36.43 \$/m

$$\text{Costo total de la inversión} = (16.31 \text{ \$/m} * 45 \text{ m}) + (16.62 \text{ \$/m} * 38 \text{ m}) + (29.88 \text{ \$/m} * 29 \text{ m}) +$$

$$(32.39 \text{ \$/m} * 4 \text{ m}) + (35.68 \text{ \$/m} * 16 \text{ m}) + (36.43 \text{ \$/m} * 42 \text{ m})$$

$$\text{Costo total de la inversión} = 4462.53 \$$$

### **Impacto ambiental.**

El efecto ambiental que provoca esta opción está dado por la disminución del consumo de energía eléctrica, la cual implica la reducción del consumo de

combustible para obtenerla. Se pueden determinar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, en este caso se realiza para el monóxido de carbono y el dióxido de azufre.

#### Reducción de emisiones de CO

$$EmisiónCO = ElectricidadConsumida * FactorEmisión$$

$$EmisiónCO = \frac{817865.14kWh / campaña * 799g / kWh}{1000g / kg}$$

$$EmisiónCO = 653474.2469kg / campaña = 653.47t / campaña$$

#### Reducción de emisiones de SO<sub>2</sub>

$$EmisiónSO2 = ElectricidadConsumida * FactorEmisión$$

$$EmisiónSO2 = \frac{817865.14kWh / campaña * 0.0984g / kWh}{1000g / kg}$$

$$EmisiónSO2 = 80.47kg / campaña = 0.080t / campaña$$

Tabla 3.9: Resumen opción 8

Ahorro de toneladas de refrigeración	320731.431 TR
Ahorro de electricidad	817865.14 kWh/campaña
Ahorro económico	137401.32 \$/campaña
Inversión	4462.53 \$
Reducción de emisiones de CO	653.47 t/campaña
Reducción de emisiones de SO <sub>2</sub>	0.080 t/campaña

## **OPCIÓN 9**

### *Recuperación del glicol.*

Situación actual: En la industria el enfriamiento de los jugos y puré de frutas se hace con glicol mezclado al 50 % con agua. El sistema tecnológico de la línea aséptica una vez que comienza a limpiar y durante el proceso de esterilización, drena el glicol contenido dentro del intercambiador, en el montaje se previó colocar un tanque para reponerlo de nuevo al sistema, pero este drenaje ocurre automáticamente, durante la esterilización y por las temperaturas tan altas que existen dentro del intercambiador en ese momento, el calor se transmite al tanque provocando la evaporación del alcohol de la mezcla. Esto trae consigo que los niveles de refrigerante disminuyan considerablemente en cada ciclo de producción ocasionando problemas en el sistema que entorpecen el proceso, además de no lograrse enfriar el producto. Entonces hay que reponer cada cierto tiempo más glicol al circuito de enfriamiento, producto este que tiene altos precios en el mercado, además de que se dificulta su adquisición por ser un producto importado.

**Recomendación:** Crear un sistema de enfriamiento para evitar las altas temperaturas en el glicol y con ellas las pérdidas por evaporación del glicol y/o alcohol.

El proyecto consiste en colocar dentro del tanque colector de glicol, un serpentín por donde circule agua de enfriamiento, esto traerá consigo la condensación de los vapores de glicol, para evitar la evaporación del mismo.

Esto será una especie de intercambiador para enfriar el glicol que sale del equipo de esterilización, en cada drenaje.

### **Efecto Económico:**

La inversión para realizar la mejora oscila alrededor de 1000.00 \$, para adquirir básicamente tubería de cobre de 25 mm de diámetro y algunos elementos gastables como electrodos de cobre, oxígeno, acetileno y discos de corte, etc.

El efecto positivo radica básicamente en el ahorro de divisas que significa no tener que reponer el glicol por pérdidas.

El intercambiador tiene dentro una capacidad de aproximadamente 1100 litros de refrigerante, de estos, 600 litros de glicol (puro) y se ha valorado que en cada drenaje existen pérdidas considerables de la mezcla que después hay que reponer para estabilizar el sistema con los niveles adecuados, en el año anterior hubo que reponer 3 tanques de glicol y 12 de alcohol (700 CUC/bidón de glicol =2 100 CUC y 120 CUC /bidón de alcohol =1 440 USD. En total 3 540 CUC se gastaron por

concepto de pérdidas, cuando lo normal sería solo reponer 2 tanques de glicol al año. Es decir se calcula que una vez eliminada las pérdidas por evaporación el ahorro es de aproximadamente de 2140 CUC.

Tabla 3.10: Resumen opción 9

Ahorro económico	2140 CUC
Inversión	1400 CUC
Período de recuperación	0.65 Años

### **OPCIÓN 10.**

#### *Eficiencia en las bombas de abasto de agua.*

Situación actual: El consumo de energía eléctrica aumentó con respecto a años anteriores, en el área de abasto de agua a toda la industria y se determina realizar un estudio de eficiencia a la bomba # 1 de agua por ser la de más tiempo en servicio, está deriorada y trabaja durante la mayor cantidad de tiempo.

La temperatura del agua se mide in situ con un un termómetro.

Las presiones fueron medidas con un manómetro instalado a la entrada y salida de las bombas.

El flujo de agua fue medido por el método tradicional de aforo de caudal, en una válvula intermedia.

La densidad del agua a la temperatura deseada se obtuvo del libro Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas. (Rosabal, 2006).

La intensidad (I) y el voltaje (V) fueron medidos con un multímetro de gancho.

Las eficiencias (dato de chapa) de la bomba de agua, se obtuvo del gráfico: velocidad especifica contra flujo (Ns & Q).Obteniendo de esa manera el rendimiento real del diseño de la bomba. Curvas del Manual Grundfos.

Datos de chapa de la bomba de agua # 1

Marca: Bomba Grundfos

Modelo: BSFG-3825-250-45

$Q = 250 \text{ m}^3/\text{h}$   $H_b = 45 \text{ m MCA}$  (metro columna de agua)

$n = 1769 \text{ rpm}$

$P/t = 16/120 \text{ bar/ } ^\circ\text{C máx}$

$\text{Eff} = 78\%$

$V = 440$

$\text{Cos } \varphi = 0,8$

Donde:

$Q$  flujo de agua

$H_b$  carga de la bomba.

$n$  número de revoluciones del impelente.

$P/t$  máxima presión y temperatura respectivamente.

$V$  voltaje.

$I$  intensidad de la corriente.

$I \text{ máx}$  intensidad máxima de la corriente.

$\text{Eff}$  eficiencia máxima de la bomba.

$\text{Cos } \varphi$  factor de potencia

$P_{\text{abs}} = P_{\text{man}} + P_{\text{atm}}$

Presión manométrica ( $P_{\text{man}}$ ).

Presión de salida ( $P_{\text{sal}}$ ) =  $4.5 \text{ bar} = 450\,000 \text{ Pa}$

Presión de entrada ( $P_{\text{ent}}$ ) =  $3.0 \text{ bar} = 300\,000 \text{ Pa}$

Presión atmosférica ( $P_{\text{atm}}$ ).  $P_{\text{atm}} = 101325 \text{ Pa}$  Presión absoluta ( $P_{\text{abs}}$ ). (3.7)

$P_{\text{sal}} = 581325 \text{ Pa}$

$P_{\text{ent}} = 461325 \text{ Pa}$

Otros datos. La densidad del agua ( $\rho$ ) =  $999,93 \text{ kg/m}^3$

Flujo de agua ( $Q$ ) =  $180 \text{ m}^3/\text{h}$   $1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$

Gravedad = 9,8 m/s<sup>2</sup>

Cálculo de la carga de la bomba (Hb bomba).

$$Hb \text{ bomba} = (P \text{ sal} - P \text{ ent}) / (\rho * g) \quad (3.8)$$

$$Hb \text{ bomba} = (581325 \text{ kg}/(\text{m}^3 * \text{s}^2) - 461325 \text{ kg}/(\text{m}^3 * \text{s}^2)) / 999,93 \text{ kg}/\text{m}^3 * 9,8 \text{ m}/\text{s}^2$$
$$Hb \text{ bomba} = 12.24 \text{ m}$$

Potencia de entrada a las condiciones de trabajo real de la bomba (N ent real).

$$N \text{ ent real} = \sqrt{3} * I * V * \cos \varphi \quad (3.9)$$

$$N \text{ ent real} = 1.73 * 40 \text{ A} * 440 \text{ V} * 0,9$$

$$N \text{ ent real} = 27403.2 \text{ W} \quad N \text{ ent real} = 27.40 \text{ kW}$$

Potencia de salida a las condiciones de trabajo real de la bomba (Nsal).

$$N \text{ sal} = \rho * g * Q * Hb \quad (3.10)$$

$$N \text{ sal} = 999,93 \text{ kg}/\text{m}^3 * 9,8 \text{ m}/\text{s}^2 * (180 \text{ m}^3/\text{h} * 1\text{h}/3600\text{s}) * 12.24 \text{ m}$$

$$N \text{ sal} = 5997.18 \text{ W} \quad N \text{ sal} = 5.9 \text{ kW}$$

Eficiencia real a la que se encuentra trabajando la bomba (Eff real).

$$Eff \text{ real} = N \text{ sal} / N \text{ ent real} * 100\% \quad (3.11)$$

$$Eff \text{ real} = 5.9 \text{ kW} / 27.40 \text{ kW} * 100\%$$

$$Eff \text{ real} = 0.215 * 100\%$$

$$Eff \text{ real} = 21.5 \%$$

$$Eff \text{ nominal} = 78 \%$$

donde: Eff real – eficiencia nominal

Se puede decir que si la Eff real < Eff nominal significa que N ent real > N ent máx Eff y esto indica la bomba se encuentra sobredimensionada, superior al consumo

nominal que debería tener si se encontrara trabajando a los parámetros para los cuales fue diseñada.

Potencia de entrada a la máxima eficiencia (N ent máx Eff ).

$$N \text{ ent máx Eff} = N \text{ sal} / \text{Eff nominal.} \quad (3.12)$$

$$N \text{ ent máx Eff} = 5.9 / 0,78$$

$$N \text{ ent máx Eff} = 7.5 \text{ kW}$$

Energía perdida por concepto de disminución de la eficiencia (N perdida).

$$N \text{ perdida} = N \text{ ent real} - N \text{ ent máx Eff} \quad (3.13)$$

$$N \text{ perdida} = 27.40 \text{ kW} - 7.5 \text{ kW}$$

$$N \text{ perdida} = 19.9 \text{ kW}$$

$$N \text{ perdida} = 19.9 \text{ kW} * 24\text{h} * 360 \text{ días}$$

$$N \text{ perdida} = 171936.0 \text{ kWh/año}$$

Se resume que por la disminución de la eficiencia de la bomba se pierden 171936.0 kWh/año. Es necesario sustituirla por una que se ajuste a las condiciones de trabajo.

Tabla 3.11: Resumen opción 10

Ahorro económico	30604.60CUC
Inversión	4000 CUC

### 3.5. Evaluación económica de la propuesta de inversión para la implementación de las opciones de Producción Más Limpia.

Para desarrollar la evaluación de la propuesta de inversión se realizó el análisis de la factibilidad de la misma por medio de la determinación del Valor Actual Neto (VAN), el plazo de recuperación de la inversión y el % de retorno, para lo cual fue necesario aplicar una metodología de cálculos económicos como se muestra en el epígrafe 1.20 Capítulo 1.

La inversión se determinó a partir del costo de adquisición del equipamiento necesario para poner en práctica cada una de las opciones, este costo no se afecta



por el factor de instalación y montaje ya que el mismo se realizaría por la brigada de mantenimiento de la empresa.

$$I_{\text{total}} = C_{\text{adq. total}}$$

Para el cálculo de los costos fijos, los costos variables, el costo de producción total y el valor de la producción se partió de los gastos en los diferentes elementos de costos del año 2017 (ver anexo # 9) bridados por el departamento de economía de la empresa.

$$\text{Costo de producción total} = CF + CV \quad (3.14)$$

El valor de la producción (VP) se calculó a partir de los diferentes volúmenes de producción considerando todos los productos de la empresa por el precio de venta de cada uno.

$$VP = p.u.p(\text{cada producto}) * \text{Volumen de Producción}(\text{cada producto}) \quad (3.15)$$

Una vez determinados los parámetros necesarios se prosiguió al cálculo del VAN, el Plazo de Recuperación de la Inversión y el % de Retorno de la Inversión.

Los movimientos de fondo, se determinaron a partir de los ingresos por conceptos de ventas, descontándole el costo de producción total.

$$\text{Movimiento de fondo} = VP - \text{Costo de Producción total} \quad (3.16)$$

Los movimientos de fondos actualizados se determinaron a partir del producto de los movimientos de fondo por el coeficiente de interés, donde (i) es el interés fijado por la empresa y (n) es cada año del horizonte.

$$\text{Movimiento de fondo actualizado} = \text{Movimiento de fondo} * \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3.17)$$

El VAN, se determinó como la suma del movimiento de fondo actualizado para todos los años del horizonte.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{St}{(1+i)^t} \quad (3.18)$$

Si el VAN > 0, indica que en el proyecto se generará más efectivo del que se necesita para reembolsar su deuda y alcanzar la tasa requerida de rendimiento, o sencillamente cubrir el interés, en este caso el proyecto es aceptado.

Ahora, si el VAN = 0, indica que en el proyecto se generará un efectivo que justamente cubre el valor invertido y el interés fijado. Si el valor de éste es menor que cero, no cubriría la inversión, por lo que, para estos dos últimos casos, no se acepta el proyecto de inversión.

El plazo de recuperación de la inversión se determinó a partir del cálculo del VAN donde el movimiento de fondo acumulado cambia de signo.

El retorno de la inversión o rentabilidad porcentual, se refiere a la relación, que existe entre la ganancia y la inversión, este refleja el ritmo con que se recupera la inversión a través de la ganancia.

$$\% \text{ Retorno Inversión} = \frac{G(\text{con Modificación}) - G(\text{sin Modificación})}{I} * 100\% \quad (3.19)$$

Expuestos estos conceptos se procede entonces a definir si es o no conveniente realizar la inversión.

Principales resultados obtenidos:

VAN = 18688309.20 indica que el proyecto generará más efectivo que el que se necesita para reembolsar su deuda y cubrir el interés correspondiente, por lo que se puede aceptar el proyecto de inversión.

Plazo de Recuperación de la Inversión = 0.15 meses

% de Retorno de la inversión = 215.95 %

### 3.6. Análisis de los resultados obtenidos.

Una vez desarrollado el diagnóstico ambiental de la empresa hay que significar una serie de aspectos que resultan de interés, como es el caso de la identificación y valoración de los impactos ambientales, donde se comprueba, que la generación de residuales tiene un impacto negativo y elevado, según se muestra en epígrafe 3.3.5. Por otra parte, en el manejo del agua y la energía se exponen valores de consumo de los mismos en los tres últimos años que evidencian un incremento de la demanda de portadores energéticos, como se muestra en los anexos # 3 y 4. Se puso de manifiesto también que la situación del tratamiento de los residuales líquidos se imposibilita (siendo estos los de mayor influencia en el medio que rodea la industria) ya que como se plantea, la planta de tratamiento de residuales no está funcionando, constituyendo un serio problema para la entidad, esto se demuestra a través de los resultados que se muestran de valores de DQO que se realizó a 20 muestras correspondientes al mes de marzo aplicando el software de procesamiento estadístico Statgraphics y específicamente una prueba de hipótesis, se obtuvo que este parámetro se encuentra por encima del valor normado que es

de 70mg/L, como se indica en la norma NC27:1999, evidenciándose así el daño que se está provocando por ese sentido. Con respecto a la calidad del aire se tiene en cuenta las emisiones de monóxido de carbono y dióxido de azufre, las cuales fueron analizadas también mediante 30 muestras de valores de cada uno en el mes de marzo por el mismo método planteado anteriormente obteniéndose como resultado que el primer gas está sumamente por encima del valor normado que es de 3 mg/m<sup>3</sup> mientras que el segundo se encuentra acorde con el parámetro establecido que es de 0.05 mg/m<sup>3</sup>, debido a esto es primordial la búsqueda de soluciones para disminuir las emisiones de CO en los generadores de vapor de la empresa. Por último, es apreciable que la entidad tiene bajo control el manejo de las sustancias peligrosas, además existen buenas condiciones higiénico-sanitarias y de seguridad del trabajador, el estado de la red pluvial y los medios contra incendios en general es aceptable, el sentido de pertenencia de los trabajadores y su cultura ambiental se consolida.

Después de realizar el proceso de selección e identificación de los procesos de la planta con oportunidades de implementar opciones de Producción Más Limpia se comprobó que existe un total de 8 focos que permiten esta posibilidad, dentro de estos tenemos un conjunto de 10 en los cuales se realizaron algunas observaciones que constituyen opciones concretas con posibilidades de ponerse en práctica. Dentro de estas se destacan como las más significativas debido a su repercusión económica y ambiental lavar la pulpa que proviene del procesamiento de frutas cítricas, recirculación por filtros del agua de las lavadoras de cítricos, aislamiento de tuberías conductoras de fluidos refrigerantes y sustituir las bombas de abasto de agua.

El desarrollo de los cálculos en las diferentes opciones analizadas en cuanto al consumo de portadores energéticos y emisiones de contaminantes tanto líquidos como gaseosos por medio de la metodología brindada por la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), y utilizando en algunos casos tablas y gráficos especificados por esta misma organización, demostró que el potencial de ahorro de varios portadores energéticos es sumamente beneficioso. El consumo de combustible disminuirá en 19.443 tn en el año, el de energía eléctrica en 834115.14 kWh por campaña, por y el de agua en 104570 m<sup>3</sup> en el año. Como resultado de aminorar las cantidades planteadas de las diferentes fuentes de energía, la empresa obtendría un ahorro económico de 213905.21 \$ en el año, necesiándose para esto una inversión de 69974.21\$. Los beneficios que brindará la implementación de estas opciones de Producción Más Limpia no serán solo económicos sino también ambientales tanto para la zona donde se encuentra ubicada la industria como para el medio ambiente en nuestro país. En cuanto a las emisiones de monóxido de carbono y dióxido de azufre en los generadores de vapor

de la industria disminuirán en 681.98 tn por campaña y 0.083 tn por campaña respectivamente por concepto de la energía eléctrica que se dejará de consumir. Todos los resultados expuestos en el epígrafe 3.4 resultan beneficios tangibles o sea que se pueden apreciar debido a que son calculables para condiciones determinadas, además de estos se desprenden algunos beneficios intangibles que serán el resultado de la aplicación de las opciones analizadas. Algunos de estos pueden ser la reducción considerable del pago de impuestos ambientales, la indemnización a familias que habitan la zona por los daños que le pudieran ocasionar estos contaminantes, en fin, estos beneficios se centran en la posibilidad de no tener que invertir en el futuro cuantiosas sumas de dinero para reparar un daño que es posible evitar.

Con la evaluación económica de la inversión que se propone se determinó que la misma es sumamente factible puesto que el Valor Actual Neto cubre el valor de la inversión incluyendo los intereses fijados en este caso. Este indicador económico tiene un valor de \$ 18668309.20, el plazo en que se recupera la inversión es de 0.15 meses y el % con que retorna la inversión a través de la ganancia es de 215.95% . Con los resultados obtenidos se puede aceptar la propuesta de inversión, la cual representará enormes beneficios económicos para la empresa por concepto de ganancia. En este caso no se aplica el cálculo de la Tasa Interna de Rentabilidad debido a que como existe una diferencia extremadamente grande entre el valor de la inversión y la ganancia obtenida resulta imposible obtener un VAN negativo subiendo el interés hasta el 100% y así determinar el valor del TIR. Ver epígrafe 3.5.

Dado a lo que representa el ahorro de portadores enérgéticos, la reducción de emisiones de contaminantes al medio ambiente y la disminución de los costos se presentó este proyecto a los especialistas de la empresa, los que determinaron después de analizar la factibilidad de la inversión propuesta comprar todos los equipos y demás materiales necesarios para poner en práctica las 10 opciones de Producción Más Limpia que se desarrollaron en este trabajo.

## **Conclusiones:**

Después de realizar el análisis de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

1-Las opciones de Producción Más Limpia evaluadas, empleando metodologías brindadas por la ONUDI permiten el incremento de la eficiencia de la industria y la disminución de la contaminación al medio ambiente, por lo que comprueba la hipótesis planteada.

2-Fueron detectados un total de once focos que brindan la posibilidad de implementar diez opciones de Producción Más Limpia.

3-Se demostró numéricamente en cada una de las opciones, que el consumo de portadores energéticos y la contaminación ambiental se reduce considerablemente, justificándose económicamente su implantación.

4-La propuesta de inversión es sumamente factible, lo que queda demostrado a través del cálculo de los principales indicadores económicos.

## **Recomendaciones:**

1-Poner en práctica el proyecto de inversión para la implementación de las opciones de Producción Más Limpia que se analizaron, para reducir el consumo de portadores energéticos y disminuir la generación de contaminantes al medio ambiente.

2-Tomar medidas para poner en funcionamiento la planta de tratamiento de residuales con el objetivo de disminuir los valores de DQO

3-Valorar otras opciones de Producción Más Limpia que puedan surgir en el proceso productivo para poder aprovechar los beneficios que estas representan.

4-Evaluar con frecuencia: máximo 2 años, la situación medioambiental de la industria, y establecer nuevas opciones que surjan.

## Bibliografía

1. American Society of Heat (1999). Ventilating and refrigerating engineers (ASHRVE).
2. Base de cálculo Grupo Inspección Estatal Energética de Cienfuegos (2007). Software NEVERA.
3. Centro de Producción Más Limpia Nicaragua (2004). Manual de eficiencia energética.
4. CIGEA (2005). Derecho Ambiental Cubano. [CD-ROM]. La Habana.
5. CITMA (2006). Curso de Formación de expertos en Producción Más Limpia. La Habana.
6. CITMA (1999). Elementos metodológicos para la introducción de prácticas de Producción Más Limpia. Documento de trabajo.
7. CITMA (2005). Estrategia Ambiental Nacional 2005-2010. Editorial Academia. La Habana.
8. CITMA (2003). Taller Gestión de la Energía. Documento de trabajo.
9. Crocker, S and Walter, J.H (1979). Piping handbook. McGraw-Hill Book Company.
10. Eficiencia Energética. Uso eficiente de la energía.  
[Consulta: 3 mayo 2007]. Disponible en:  
  
[www.soligest.org/seh-lilha.htm](http://www.soligest.org/seh-lilha.htm)
11. Departamento de tecnología. (Revisión 2009a). Descripción del proceso productivo de la empresa de cítricos Héroes de Girón. Empresa de cítricos Héroes de Girón. Documento de trabajo
12. Fernández, E .2002. Ingeniería Económica para Ingenieros Químicos (Monografía). ISBN:010-366-10-366.
13. FIDE (2007). Cuaderno Elementos Básicos de un Diagnóstico Energético orientado a la aplicación de un Programa de Ahorro de Energía. México.
14. FIDE (2007). Cuaderno Recomendaciones para ahorrar Energía Eléctrica en sistemas de aire comprimido. México.

15. Folleto Temas sobre la actividad energética en la industria alimenticia (2000). La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
16. González Roque, Claribel. (2005). "La introducción de conceptos de producción más limpia en la actividad regulatoria ". Centro de Inspección y Control Ambiental. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba
17. Hernández, Manuel. (2006). "Producción más Limpia una herramienta para reducir la generación de COP's producidos de forma no intencional". Segundo Foro de Investigación sobre COP's. México.
18. IIFT (2006). Guía para la implementación de Producción Más Limpia en el sector industrial. Documento de trabajo.
19. Keenan, Joseph H (1978). Steam tables, Thermodynamic properties of water, including vapor, liquid, and solid phases. Editorial SI Units
20. Kern, Donald Q. (1999). Procesos de Transferencia de Calor. Editorial Continental S.A. México.
21. Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola. (2006) [Consulta: 16 Abril 2007]. Disponible en:  
[http://www.cp-latin-unido.net/docs-trabajo/ et\\_AI\\_26.pdf](http://www.cp-latin-unido.net/docs-trabajo/ et_AI_26.pdf)
22. Memoria descriptiva de la Empresa Héroes de Girón (1980).
23. Metcaif and Heddy, Inc (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Editorial Madrid.
24. Ministerio de Medio Ambiente de España (2000). Diagnóstico Ambiental de oportunidades de minimización. Editorial Altés. SL.
25. Nadour, E. C :2012: Agencia de Protección Ambiental Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Guía práctica y estudio de casos, Producción más limpia, Programa Buenos Aires produce más limpio.
26. Oficina Nacional de Estadística (2006). Diagnóstico de la Gestión Ambiental, Dirección de Industria. La Habana.
27. ONUDI (2006). Informe de la asesoría completa en planta de Producción Más Limpia. La Habana. Ediciones ONUDI.

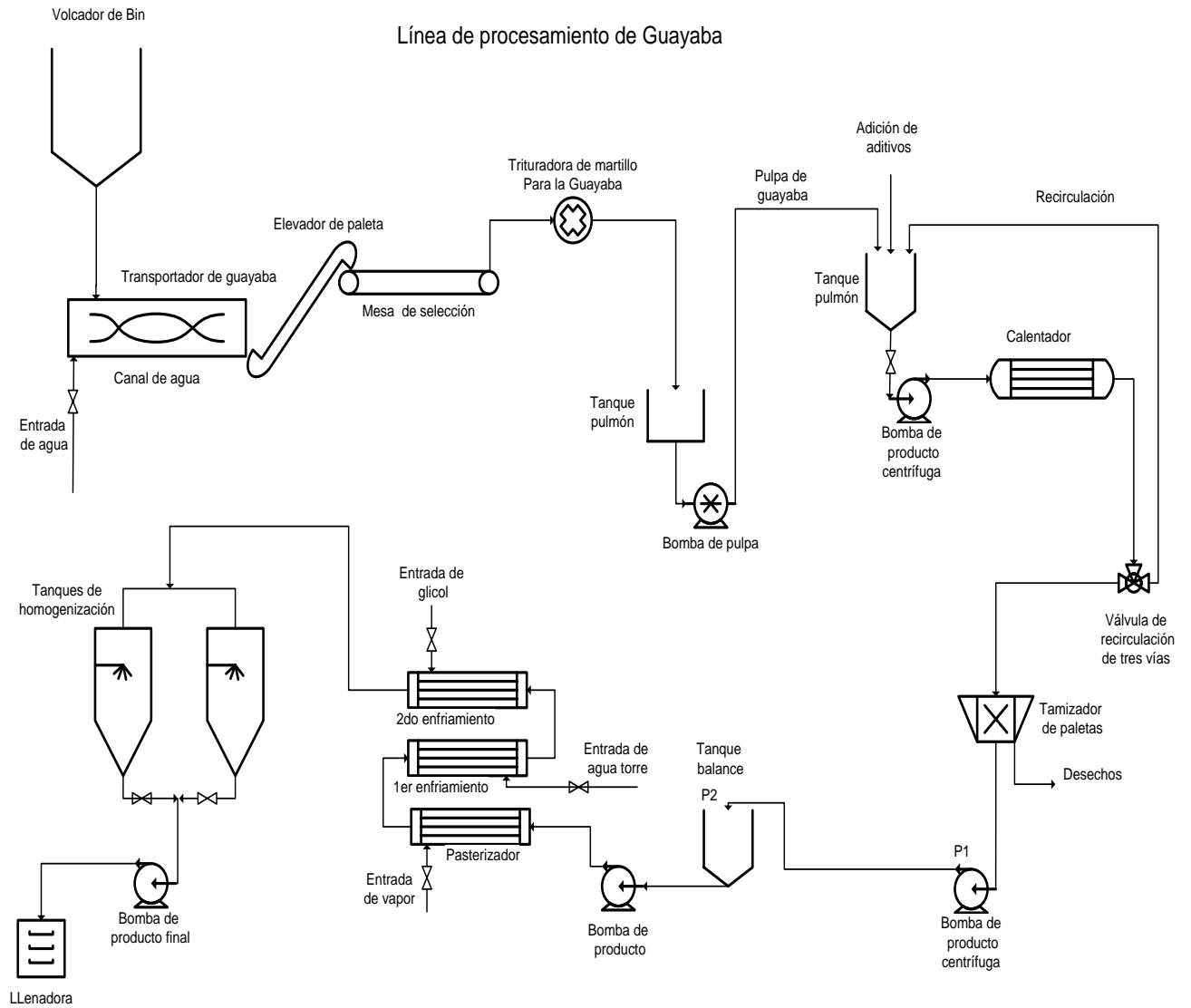


28. ONUDI (2005). Metodología para la ejecución de los diagnósticos ambientales y el mejoramiento de los procesos industriales. Documento de trabajo.
29. Orcés, Eduardo. (2003). "Aplicación de la metodología de Producción Más Limpia en una Empresa Alimenticia". Edición Especial ESPOLCiencia.
30. PAVLOV, F. K; ROMANKOV, G. P; NOSKOV, AA. (1981). Problemas y Ejemplos para el curso de Operaciones Básicas y Aparatos en la Tecnología Química. Editorial Mir Moscú.
31. Perkins H.C. (1974). "Air Pollution", McGraw Hill Book Co, New York.
32. Orcés, Eduardo. (2003). "Aplicación de la metodología de Producción Más Limpia en una Empresa Alimenticia". Edición Especial ESPOLCiencia.
33. Perry, R. H and Green, D (1984). Chemical Engineers Handbook. Part one. Sixth Edition. McGraw - Hill Company
34. Portal Web de la Empresa de Cítricos "Héroes de Girón". [Consulta: 25 marzo 2007]. Disponible en: <http://www.citricojg.cu/>
35. PNUMA - ONUDI, (1994). "Manual de Auditoría y Reducción de Emisiones y Residuos Industriales", Informe Técnico N° 7, Naciones Unidas, New York.
36. Prévex, Leticia. (2007) Manual de Producción Más Limpia en el Sector Industrial Citrícola. Cuba [Consulta: 15 Enero 2014]. Disponible en: [http://www.cp-latin-unido.net/docs-trabajo/ et\\_AI\\_26.pdf](http://www.cp-latin-unido.net/docs-trabajo/ et_AI_26.pdf)
37. Producción más Limpia. "Conceptos y Beneficios". Disponible en: [www.mirahonduras.org](http://www.mirahonduras.org)
38. Rodier Analysis of water John Wiley and sons, New York 1975.
39. Rodríguez Gavilán, A. (2005). Intensos trabajos para garantizar la electricidad que necesita el país. *Juventud Rebelde*. Habana. Enero 15, p. 8.
40. Rojas, J.P , 2011. Siete Pasos para implementar la Producción más Limpia en su Organización, CEGESTI, Éxito Empresarial. N°138
41. Rosabal, J.M. (2006). Hidrodinámica y separaciones mecánicas. Ciudad de la Habana. Editorial Félix Varela. 2da edición.

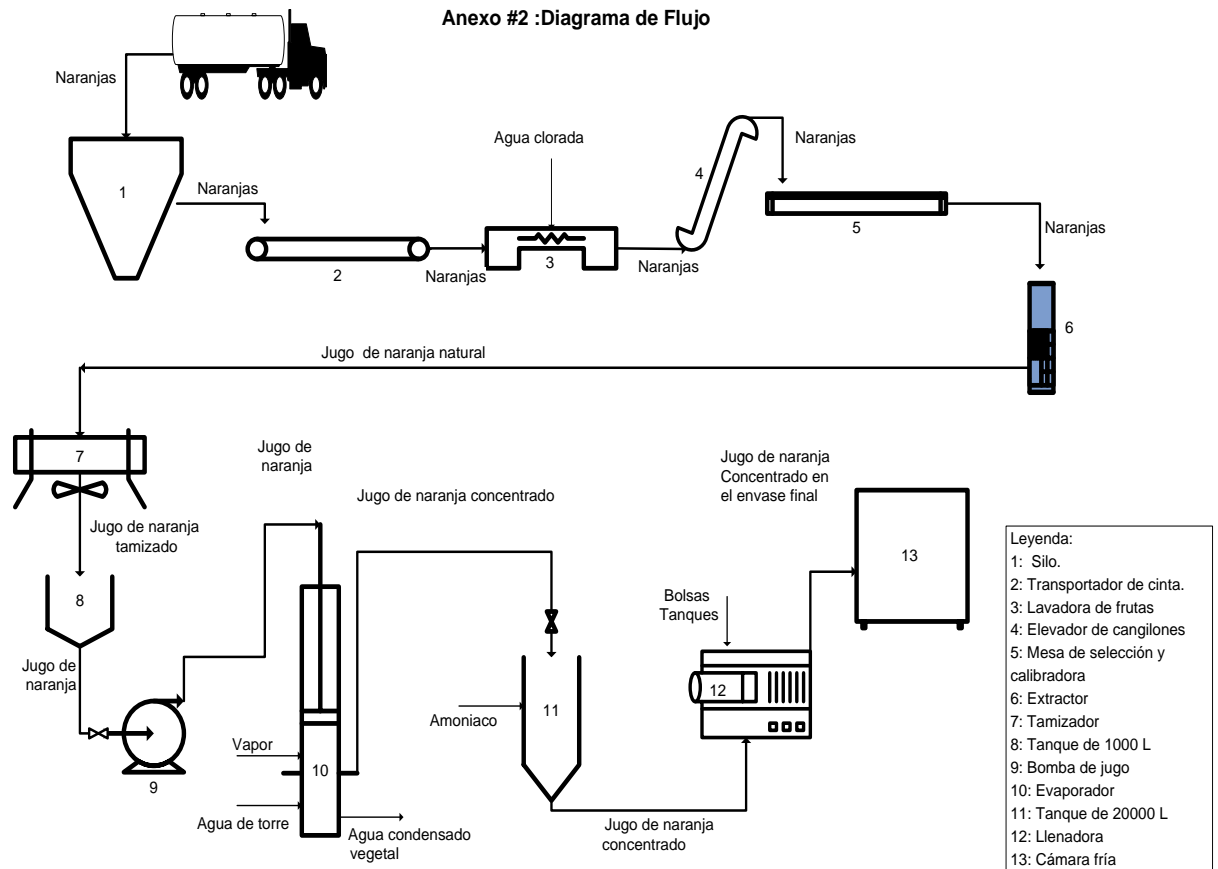
42. Sánchez Perera, Manuel MSc. (2006), Principales Problemas Ambientales de las Empresas en la Provincia de Matanzas, CITMA Territorial Matanzas, disponible en CD ROM en la empresa.
43. Sage, Jan (1999). Ecogranancias, Producción Más Limpia y reducción de desperdicios. 2da edición Volumen 1.
44. Serrano Méndez, Juana. (2006). Protección Ambiental y Producción Más Limpia. Curso de Universidad para todos. Editorial Academia.
45. Suarez García, Lydia MSc. (2006), Conferencia sobre el Sistema de Gestión Ambiental Empresarial, disponible en CD ROM en la Empresa.
46. Spirax Sarco; Alfa Laval. (2000). Guía técnica para el uso efectivo en los intercambiadores de calor de placa: El vapor y los intercambiadores de calor de placa.
47. Spirax Sarco. (2002). Bombas automáticas para condensado y otros fluidos industriales.
48. Tabarés Rodríguez Sandy (2008). Tesis en opción del título de Ingeniero Químico.
49. Turton, R. (1998). Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. Prentice. Hall PTR.
50. Wagner, Travis (1996). Contaminación, Causas y Efectos. Ediciones Gernika. México.

# ANEXOS

## Anexo # 1: Diagrama de Flujo de Frutales



## Anexo # 2: Diagrama de Flujo de Cítricos



Anexo # 3 Tabla de datos de consumo de agua en los tres últimos años.

Consumo de agua (m <sup>3</sup> )	2015			2016			2017		
	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump
<b>Total Anual</b>	319000.0	331867.0	104.0	303600.0	306121.5	100.8	319880.0	311215.6	97.2
<b>Consumo por unidad de producto terminado</b>	22.00	22.99	104.5	22.00	22.60	102.7	22.00	22.03	100.1

Anexo # 4 Tabla de datos de consumo de portadores energéticos en los tres últimos años.

Consumo de Portadores (TCC)	2015			2016			2017		
	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump	Plan	Real	% Cump
<b>Total Anual electricidad y combustibles</b>	5970	6018.7	100.8	6000	5905.7	98.4	6300	6286.4	99.7
<b>Consumo por unidad de producto</b>	0.411	0.417	101.4	0.434	0.436	100.4	0.433	0.445	102.7

Anexo # 5 Tabla de valores de emisiones de CO y SO<sub>2</sub> en unidades de flujo.

Días	CO(kg/día)	SO <sub>2</sub> (kg/día)	Días	CO(kg/día)	SO <sub>2</sub> (kg/día)
1	42147.62	5.99	16	66220.78	6.12
2	62528.20	7.62	17	38562.28	4.02
3	45854.23	7.33	18	57417.00	6.39
4	52147.21	6.98	19	65263.96	7.56
5	66985.21	6.71	20	37455.78	3.71
6	21478.84	2.37	21	32547.45	2.98
7	32547.99	3.23	22	51284.41	5.63
8	51254.36	6.20	23	56356.62	4.56
9	61028.26	7.13	24	32458.49	3.39
10	33589.18	3.72	25	56254.62	5.26
11	13254.98	1.89	26	59825.54	6.89
12	53582.56	6.37	27	55874.80	6.28
13	56584.34	5.84	28	24781.75	1.98
14	32522.83	5.86	29	38716.92	4.21
15	42572.47	4.95	30	57829.61	6.14

Anexo # 6: Tabla de valores de emisiones de CO y SO<sub>2</sub> en unidades de concentración

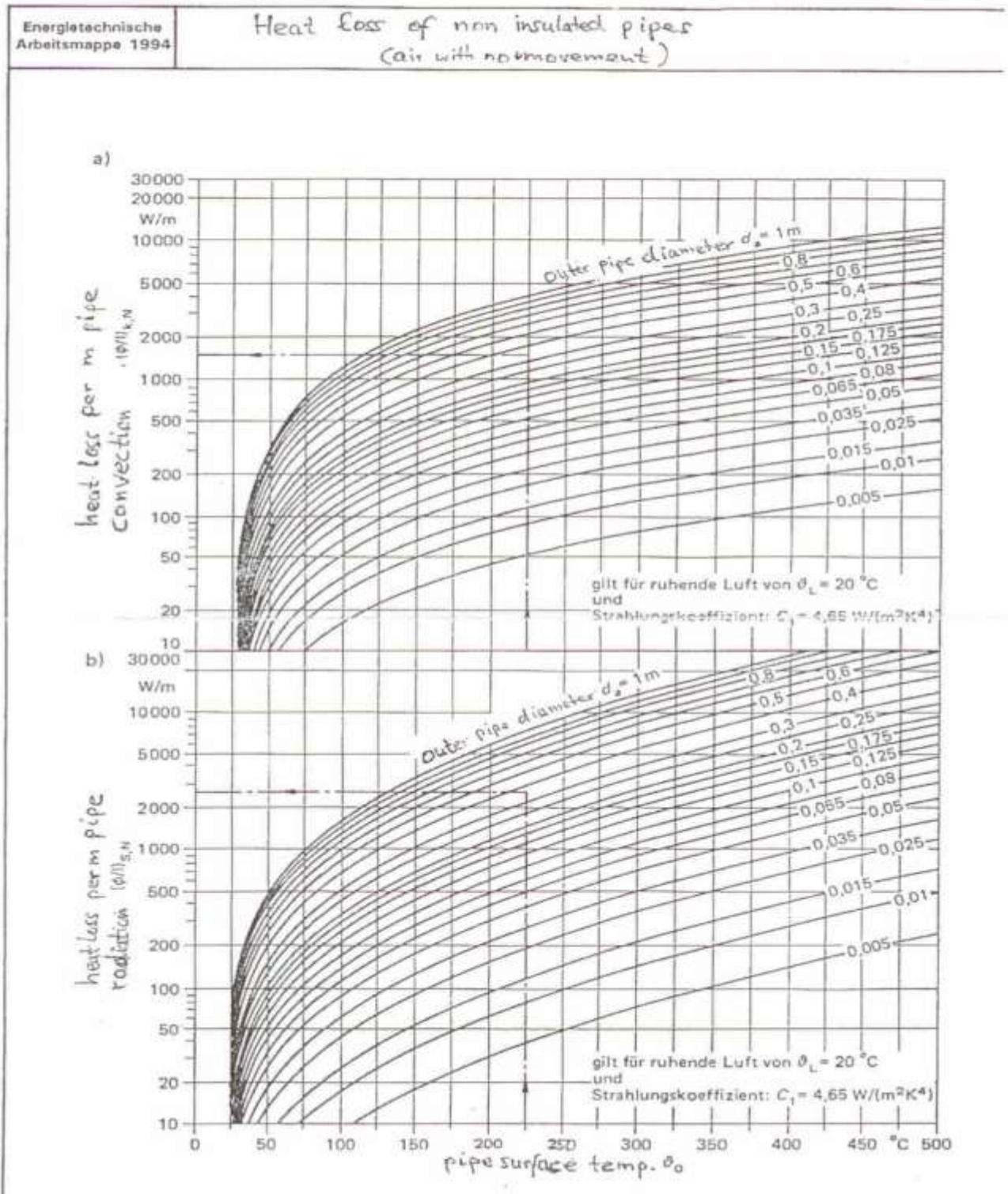
Días	CO(mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Días	CO(mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
1	33.72	0.006	16	52.98	0.006
2	50.02	0.007	17	30.85	0.004
3	36.68	0.007	18	45.93	0.006
4	41.72	0.007	19	52.21	0.007
5	53.59	0.006	20	29.96	0.004
6	17.18	0.002	21	26.04	0.003
7	26.04	0.003	22	41.03	0.005
8	41.00	0.006	23	45.08	0.004
9	48.82	0.007	24	25.97	0.003
10	26.87	0.004	25	45.00	0.005
11	10.60	0.002	26	47.86	0.007
12	42.87	0.006	27	44.70	0.006
13	45.27	0.006	28	19.83	0.002
14	26.02	0.006	29	30.97	0.004
15	34.06	0.005	30	46.26	0.006



Anexo # 7 Valores de DQO en los residuales líquidos (muestras integradas)

Muestras	DQO (mg/l)
1	5420
2	6582
3	4857
4	6258
5	4895
6	6528
7	7825
8	6392
9	4258
10	3147
11	4528
12	3698
13	2965
14	3569
15	4639
16	8658
17	7458
18	6258
19	6365
20	7658

Anexo # 8: Gráfico que brinda la ONUDI para determinar los coeficientes de convección y radiación.



Anexo # 9: Tabla de valores económicos. Cierre 2017.

\*Precios promedios por surtidos, extraídos de las fichas de costo de los diferentes productos

<b>Elementos de Costos</b>				
Materia prima	8216088.91		<b>Datos para VAN</b>	
Insumos principales	852287.83		CF sin amortización	919199.43
Materiales auxiliares	59868.95		CV	10073959.90
Combustibles	250901.57		VP	16700414.00
Transportación	106256.00		Inversión	69974.21
Energía	75946.68			
Salario	406173.14			
Seguridad social y Fuerza de Trabajo	106436.81			
<b>Total de costos variables</b>	<b>10073959.90</b>			
Mantenimiento	478965.25			
Amortización	174879.23			
Gastos de servicios	440234.18			
<b>Total de costos fijos</b>	<b>1094078.66</b>			
<b>Producciones</b>	<b>Cantidad (tn)</b>	<b>Precio Unitario (\$/tn)*</b>	<b>Valor de la Producción (\$)</b>	
Productos Concentrados	3673.8	2400.00	8817120.00	
Productos simples	6206.8	680.00	4220624.00	
Aceites Esenciales	67.4	1800.00	121320.00	
Mermeladas	1078.4	1300.00	1401920.00	
Dulces en almíbar	309.2	600.00	185520.00	
Néctares	2791.3	700.00	1953910.00	
<b>Total</b>	<b>14126.9</b>		<b>16700414.00</b>	