



**Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”  
Facultad de Ingeniería  
Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de**

**Master en Eficiencia Energética**

**Título: “Implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la  
Energía en la Planta de hielo, Sancti Spíritus”.**

**Autor: Ing. Soe Raquel Leiva Moscoso.**

**Tutor: Dr. C. o MSc Mario A. Álvarez Guerra Plasencia.**

**2010**

**“Año 52 de la Revolución”**

## **DEDICATORIA:**

- ✍ A todos los que luchan y no cejan en el esfuerzo de cambiar los modelos de consumo existentes, la reducción de los impactos al planeta, que creen que un mundo mejor es posible y que la sostenibilidad es, de importancia extrema.
- ✍ A todos los que de una forma u otras hicieron posible que el grupo llegara al final y en especial, a aquellos que se empeñaron y confiaron que valía la pena intentarlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✍ A mis padres que gracias a ellos estoy aquí, con una familia, que de una forma u otras han sabido entender este compromiso profesional contraído.
  
- ✍ A todo el colectivo de profesores que impartieron la maestría, por su inteligencia, sabiduría y disposición a enseñar en cualquier momento, con la única intención de formar mejores ingenieros, que sobrepasen los límites de la excelencia profesional.
  
- ✍ A mi tutor por aceptar la propuesta de tesis y en especial por su tiempo dedicado, enriquecedoras explicaciones y por exigir que consultara y estudiara un gran número de bibliografía del tema.
  
- ✍ A todas los compañeros de la Empresa de Bebidas y Refrescos, que hicieron posible, mediante su ayuda incondicional la realización de este trabajo.
  
- ✍ A todos mis compañeros de estudios por sus esfuerzos y preocupaciones para que llegará al final.

<i>ÍNDICE.</i>	<i>Página</i>
RESUMEN	
INTRODUCCION	
CAPITULO 1 ANALISIS BIBLIOGRAFICO	
1.1 Concepto de Eficiencia Energética: su enfoque gerencial desde la perspectiva del cliente.	1
1.2 Mejoramiento continuo de la eficiencia energética	3
1.2.1 Situación Internacional. América Latina. Países integradores del ALBA	5
1.2.2 Programas de eficiencia energética en Latinoamérica y el Caribe	9
1.2.3 Mejoramiento de los indicadores de eficiencia energética	12
1.3 Caracterización de la Industria alimentaría en el mundo	13
1.3.1 Operaciones fundamentales de la Industria Alimenticia y sus implicaciones energéticas	16
1.3.2 La Industria Alimentaría en Cuba	18
1.4 Producción de Hielo	24
1.4.1 Eficiencia energética de los sistemas de refrigeración	26
1.4.2 Influencia de los componentes del sistema en la eficiencia energética	27
1.5 Impacto Ambiental y Social del uso irracional de los portadores energéticos y gases refrigerantes	31
Conclusiones Parciales	33
CAPITULO 2 CARACTERIZACION ENERGETICA DE LA EMPRESA	
2.1 Introducción	34

2.2	Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la Empresa	37
2.3	Estructura de Consumo de Portadores Energéticos	38
2.4	Indicadores de eficiencia energética	39
2.5	Situación de la Empresa en materia de Gestión Energética	39
2.6	Comportamiento energético de la empresa en los últimos dos años. Análisis de tendencias	40
2.6.1	Energía eléctrica: Estructura de consumo y principales dependencias altas consumidoras	41
2.6.2	Estructura de consumo. Principales dependencias altas consumidoras de energía eléctrica	41
2.7	Caracterización energética en la unidad más representativa del consumo general de energía eléctrica: Planta de Hielo	42
2.7.1	Planta de Hielo. Estado Actual	42
2.7.2	Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la Planta de Hielo	44
2.7.3	Caracterización energética de la planta	46
2.7.4	Estructura de Consumo por áreas y puntos clave	50
2.7.5	Puntos Claves. Índice de Consumo	52
2.7.5.1	Determinación de los Puntos Claves	52
2.7.5.2	Determinación de los Índices de consumo de cada Punto Clave	53
2.7.5.3	Identificación del personal que directamente influyen en las áreas y puntos clave	53

2.7.6	Caracterización de la empresa respecto a la gestión energética	55
2.7.7	Diagnóstico de recorrido	57
2.7.8	Oportunidades de ahorro	57
	Conclusiones Parciales	58
CAPITULO III. PROYECTOS DE MEJORA DE AHORRO Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA PLANTA DE HIELO.		
3.1	Proyecto de sustitución de los compresores AU-200 por otros de eficiencia superior	60
3.1.1	Descripción del Sistema	60
3.1.2	Evaluación del funcionamiento del ciclo de refrigeración en las condiciones actuales (Caso base)	63
3.1.3	Propuestas de solución.	65
3.1.4	Sustitución de tapas del banco de producción de hielo Propuestas de solución:	69
3.2	Valoración económica	70
3.2.1	Cálculo económico para la Variante 1	72
3.2.2	Cálculo económico para la Variante 2	73
3.2.3	Cálculo económico para la Variante 2 con acomodo de carga	73
3.2.4	Cálculo económico para Sustitución del 23.5 % de las tapas del banco de producción de hielo	74
3.3	Impacto Ambiental.	76
3.4	Resultados finales de la Evaluación	79
3.5	Plan de Acción a seguir como proyección de la empresa hacia el mejoramiento energético	80
	Conclusiones Parciales	

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**ANEXOS.**

## RESUMEN

Este trabajo muestra la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía, en la Empresa de Bebidas y Refrescos Sancti Spíritus y dentro de ella la Planta de Hielo Sancti Spíritus, por representar más del 64.5 % del consumo de energía eléctrica total de la Empresa, y fundamentalmente el sistema de refrigeración, por representar el 56.1 % del total de esta planta.

Para su ejecución, se aplicó el procedimiento para la mejora de la eficiencia energética que consiste en cuatro escalones que son invariables para cualquier proceso: Definición de los procesos altos consumidores y organización del equipo de mejoramiento que debe hacer una valoración de cada problema; Diagnóstico de recorrido, a través de un trabajo experimental, que permita identificar causas, origen y sostén; Identificación de oportunidades, proponer alternativas de solución Evaluación de proyecto de mejora, se proponen las direcciones factibles y probables que permitirán alcanzar y mantener los nuevos indicadores de eficiencia energética. Los principales resultados obtenidos son:

La caracterización energética de la Planta de Hielo realizada permitió identificar dentro de las áreas mayores consumidoras de energía eléctrica la referida al sistema de refrigeración (56.1 % del total) y posteriormente, a través del diagnóstico de recorrido, los principales problemas que afectan el mismo, dentro de los que se destacan:

- ? Mal estado técnico de los compresores de refrigeración.
- ? Alta presión de condensación.
- ? Ensuciamiento del condensador.
- ? Falta de tapas de los moldes de hielo

A partir de ahí se identificaron las principales oportunidades de ahorro que serán desarrolladas en este capítulo mediante la evaluación técnica y económica de los

siguientes proyectos de mejora de ahorro y uso racional de la energía en la Planta de Hielo.

1. Proyecto de sustitución de los compresores AU-200 por otros de eficiencia superior.
2. Ajuste de la presión de condensación hasta el valor de diseño.
3. Sustitución del 23.5 % tapas del banco de producción de hielo

Se determinó la factibilidad técnica económica y ambiental: de las medidas propuestas para la reducción

- del consumo anual de energía eléctrica en 260.8 MWh;
- el índice de consumo en un 37.6 % que representan dejar de consumir 91.2 kW/t,
- los gastos en \$ 25 260.16 CUC que representan a la empresa \$ 41 150.50 CUP,

la carga contaminante en 208.4 t de CO<sub>2</sub>, y los riesgos al impacto medioambiental y social del uso de gas refrigerante altamente toxico (R717) en 51.4 t/año y 2.5 m<sup>3</sup> de plástico sintético no degradable.



## INTRODUCCIÓN

Resulta evidente que con los precios recientes del barril de petróleo de 80 y más dólares / barril el encarecimiento progresivo de los productos y servicios energéticos aumenta, convirtiendo la gestión de los mismos en una preocupación prioritaria de todos los directivos, técnicos y económicos de los procesos industriales.

Es evidentes que con estos precios energéticos, influenciando los altos costos del producto de una manera directa, ha motivado a la gestión empresarial a trabajar en tres direcciones objetivas y decisivas como: política de transparencia y precios reales, evitando cometer errores derivados de informaciones erróneas acerca de la situación real del mercado de la energía, y facilidad de toma de decisiones, realizando inversiones en el campo del ahorro de energía y la sustitución del consumo de petróleo, con vista a una proyección futura e incentivar la administración energética en el campo del ahorro, garantizando la asistencia técnica a las industrias mediante la aplicación de herramientas que faciliten la divulgación de información necesaria para mejorar la eficiencia energética.

La energía como causa capaz de transformarse en trabajo mecánico, es considerada, como factor de la producción, un protagonista decisivo en la elevación de la eficiencia energética y económica de la industria, un eficiente uso de ellas no solo beneficia a una organización en la medida que disminuye sus costos energéticos, sino que además tiene en cuenta una proyección social y macroeconómica evidente, porque ayuda a hacerse más operativa la estrategia global del país, frente a la crisis energética que hoy vivimos y así por consiguiente a mitigar algunos efectos negativos, del déficit de pagos, contaminación ambiental, etc.

El presente trabajo consiste en un análisis de las alternativas de solución aplicable, que permiten un uso más eficiente de la energía en los procesos básicos de la industria alimentaría, y así perfeccionar la eficiencia energética de los procesos, mediante cambios sencillos a introducir en los mismos, va dirigido especialmente a los directivos responsables de la gestión energética en la

industria, en especial a las áreas de fabricación y mantenimiento, siendo de gran utilidad también a mandos intermedios; técnico; etc.

Este proceso de implementación puede realizarse de varias formas, pero siempre requiere la participación de todos los trabajadores en conjunto con el comprometimiento de la alta dirección, una de ella puede ser mediante un ciclo de capacitación, prueba de necesidad, estudio socioambiental, diseño del plan, organización de los recursos humanos y aplicación de acciones, medidas, supervisión, control, consolidación y evaluación de la planta con el objetivo de aumentar la eficiencia energética y disminuir los costos de la producción y elevar su productividad, fundamentalmente a través del aumento de la producción de hielo, sobre la base de la disminución de las pérdidas energéticas que se originan en el proceso industrial.

En otras palabras se deben buscar las vías que conduzcan a un buen aumento de la eficiencia energética en el proceso productivo de hielo común, problema vital que afecta seriamente a la Planta de Hielo Sancti Spíritus.

Atendiendo a los fundamentos expuestos, se determina el siguiente;

**PROBLEMA CIENTÍFICO:** No contar con un sistema de gestión energético eficiente que garantice minimizar los consumos de portadores energéticos y con ello disminuir los costos de producción

**OBJETO DE ESTUDIO:** Proceso de producción de hielo común en la Planta de Hielo de Sancti Spíritus. **CAMPO DE ACCIÓN:** Planta de Hielo Sancti Spíritus. Empresa de Bebidas y Refrescos. S.S.

**OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:**

**GENERAL:** Reducir consumo de portadores energéticos a través de la aplicación de la TGTEE con la consiguiente reducción de los costos de producción.

Específicos:

1. Diagnosticar el estado actual del consumo de portadores energéticos en la Planta de Hielo. Sancti Spíritus.
2. Caracterizar energéticamente la Planta de Hielo.
3. Identificar las principales reservas energéticas existentes.
4. Evaluar la reducción futuras de los consumos energéticos.
5. Determinar la factibilidad técnica, económica y ambiental de las medidas propuestas.

PREGUNTAS CIENTIFICAS:

1. ¿Qué resultados se obtendrán con la implementación del Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía en la Planta de Hielo?
2. ¿Esta me permite la caracterización energética de la Planta?
3. ¿Esta me permite identificar el personal que incide en los indicadores de eficiencia energética?
4. ¿El procedimiento constituirá la vía idónea de capacitación e información de los recursos humanos con que contamos?
5. ¿Nos permite perfeccionar el mecanismo de análisis de los indicadores energéticos?
- 6 ¿Puedo conocer las principales reservas energéticas y evaluar las reducciones futuras?

La investigación a implementar es de tipo descriptiva por sus características, es viable, ya que la planta está plenamente identificada como alta consumidora de energía eléctrica (64.7 % del total) y posee los recursos materiales, humanos y financieros necesarios, en ella se trabajará en lo adelante con visión de futuro, con la participación en equipo y se obtendrán mejores resultados económicos y productivos. No obstante; existe resistencia al cambio como fenómeno natural y psicológico del hombre, necesidad de superar y capacitar al personal de forma rápida, con alto riesgo, redefinir los procedimientos de operación del sistema y la no aceptación de algunos ejecutivos y áreas con respecto al enfoque de eficiencia

**HIPÓTESIS:** Si se aplica la Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía se logrará reducir el consumo de portadores energéticos y con ellos los costos de producción.

Para su presentación, esta tesis se estructuró de la forma siguiente: una Introducción, donde en lo esencial, se caracteriza la situación problémica y se fundamenta el problema científico a resolver; un Capítulo I, que contiene la revisión bibliográfica que sustentó la investigación originaria; un Capítulo II, en el cual se expone la secuencia de aplicación de la TGTEE en la empresa desarrollado; un Capítulo III, donde se demuestran las oportunidades de ahorro existente en la Planta de Hielo Sancti Spíritus, que evidencian la factibilidad de aplicación de esas soluciones alternativas para lograr la reducción del consumo de energía eléctrica por tonelada de hielo producida; desarrollado, un cuerpo de conclusiones y recomendaciones, derivadas de la investigación la bibliografía consultada y finalmente, un grupo de anexos de necesaria inclusión, como complemento de los resultados expuestos.

#### **MÉTODO Y HERRAMIENTAS.**

Durante el desarrollo de la investigación se ponen en práctica diferentes técnicas y etapas de mejora del nivel teórico, dentro de ellas aplicables también a la mejora de la eficiencia energética

- ✍ Diagrama energético - productivo. Consiste en la confección del diagrama del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales y energía, que incluye los productos residuales, mostrando las diferentes etapas del proceso y las mayores consumidoras.
- ✍ Gráficos de control. Muestran el comportamiento de una variable en función de ciertos límites de tiempo, siendo instrumentos de autocontrol que complementan el diagrama de causa y efecto, y determinan cuales fases del proceso muestran alteraciones,
- ✍ Diagrama de Pareto. Son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

- ✍ Estratifcación. Consiste en utilizar las herramientas de diagramas para profundizar en las capas interiores de las causas particulares más influyentes en el efecto estudiado.
- ✍ Software CoolPack. *CYCLE ANALYSIS: ONE STATE CYCLE, FLOODED EVAPORATOR.*
- ✍ Programa Excel para el cálculo de las necesidades reales de consumo por las diferentes de pependencias y evaluación económica de las soluciones de ahorro de energía propuestas.

Definición de términos.

En el desarrollo de la investigación, necesariamente se han trabajado diversos conceptos importantes sólo se hará referencia a los más importantes, a partir de la declaración de las variables, por consiguiente, como variable independiente: dirigidas al incremento de la eficiencia en la planta y la empresa se tienen las siguientes:

Dimensión 1: *Producción de hielo común.*

Indicador1: *Nivel de actividad. (t):* es la creación y procesamiento de bienes y mercancías, incluyéndose su concepción en las diversas etapas y financiación ofrecida por los bancos. Se considera, el medio por el cual el trabajo humano crea riqueza y deben tener en cuenta diversas leyes económicas, datos sobre los precios y recursos disponibles.

Dimensión 2: *Parámetros de trabajo.*

Indicador 1: *Presión de condensación y evaporación (Pa) y Temperatura de condensación y evaporación ( $^{\circ}K$ ):* es la propiedad de los sistemas de refrigeración que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frío relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la condensación o evaporación.

De ahí que, como variable dependiente se presenta las siguientes:

Dimensión 1: *Consumo*.

Indicador 1: *Consumo energía eléctrica Real (kWh)*: se determina mensualmente como resultado de la medición de la energía activa y reactiva en el mismo período, obteniéndose de esta relación el consumo real y mediante su relación se determina el  $\cos\phi$  correspondiente.

Indicador 2: *Índice de Uso o Consumo. (kWh. / t)*: es la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Relacionan la energía consumida (kWh, litros de combustible, toneladas de Fuel Oil, toneladas equivalentes de petróleo)

Indicador 3: *Índice de Intensidad Energética (tcc/ Mp)*: es la relación entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o toneladas equivalentes de petróleo (TEP) e indicadores de la actividad económica, normalmente el producto interno bruto (PIB) o el valor agregado (VA) de la rama de actividad.

Además debemos tener en cuenta también las variables ajenas las cuales influyen y afectan los fenómenos y procesos, en este la siguiente:

Dimensión 1: *Impacto al Medio Ambiente*

Indicador 1: *Emisiones de CO<sub>2</sub>. (t)*: gas contaminante que ingresado o emitido a la atmósfera como resultado del proceso de quema de los combustible fósiles, que en grandes concentraciones junto a otros gases contaminantes, provoca el efecto invernadero, asociado al cambio climático.

Para el desarrollo de la investigación, se tomaron en consideración la siguiente tarea científica:

1. Identificar las oportunidades de ahorro y,
2. evaluar técnica y económicamente los proyectos para su ejecución.

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La población a investigar es la Planta de Hielo, Sancti Spíritus y en ella, el proceso de fabricación de hielo y dentro de él, la muestra a investigar es, los equipos generadores de frío (Compresores AU-200).

## CAPITULO 1 ANALISIS BIBLIOGRÁFICO.

1.1. Concepto de Eficiencia Energética: su enfoque gerencial desde la perspectiva del cliente.

Resulta sui generis en estos tiempos hablar de eficiencia energética, un gran número de personas la reconocen, pero cada cual la define como entiende, lo analiza o controla.

Definiciones tales como que *“representa una forma de ahorrar más”*; *“que se cumpla con los indicadores de consumo”*, *“que se presente más o menos ahorros”* o entre otras, son muy buenos y no contradictorias.

Pero aquellos que la hablan deben conocer cual es el ejemplo en gestión que encierra el concepto como tal que asumen y si el mismo influye en:

- ✍ Todos los procesos de trabajo.
- ✍ Todas las personas.
- ✍ Visión dinámica de la energía.
- ✍ Concepto de eficiencia y eficacia.
- ✍ Todos los aspectos relativos a los costos y precios.
- ✍ Satisfacción del cliente.

Es decir los aspectos a considerar en la concepción contemporánea de eficiencia energética, representan el estado del arte de la ciencia y la tecnología para estar en la punta de la Gestión Tecnológica independientemente que se pase por la organización y el ordenamiento dentro de la Empresa.

Colectivo de Autores, CEEMA, 2002. Hacen referencia a la eficiencia energética como; *“la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, necesaria para garantizar la calidad total del producto, es parte del conjunto de problemas que afectan la competitividad de la empresa o la institución”*. Esta referencia no

demuestra claramente la interrelación que debe existir entre el consumo de energía (cualquiera que sea) y la elaboración, fabricación o distribución de un producto, solo tiene en cuenta de forma general el carácter proporcional que tiene la competitividad con la eficiencia energética.

Además comparten el criterio de que es la *“máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de la energía que permita reducir el consumo de la misma, sin perjuicio del confort, la productividad, calidad del servicio y de forma general sin disminuir el nivel de vida”*. Se pone en evidencia que la unidad de todas las funciones para producir, elaborar o distribuir un producto, con el menor consumo, es el mejor camino para conseguir los objetivos de conservación de energía, tanto desde el punto de vista de la propia empresa, como a nivel nacional. Su objetivo fundamental es extraer el mayor rendimiento posible a las cantidades de energía que se necesitan, esta es la única vía de optimización en el uso eficaz de la energía, justificado por una disminución de los costos energéticos.

Vicente G. D. y Fernando S.A. 2001. Dentro del estudio realizado del marco jurídico venezolano, partiendo de la Constitución de 1961 y de las leyes relacionadas con el tema para fundamentar y redactar el anteproyecto de Ley de Promoción de la Eficiencia Energética, dejaron identificado como uno de los desafíos más importantes de las políticas públicas relacionadas con los objetivos del desarrollo sostenible, es la eficiencia energética, la cuál conceptuaron como *“la promoción de alternativas energéticas orientada no sólo conservar adecuadamente las fuentes energéticas, sino a elevar la productividad en el uso de la energía”*. En este caso buscan la forma de darle carácter legislativo a la eficiencia energética, una vez definida como principio central del desarrollo sostenible y una de las mejores formas de llevar a los consumidores residenciales y organizaciones empresariales a pensar en el tema, para aumentar la eficiencia energética, la seguridad energética, la competitividad industrial y el bienestar de los consumidores, promoviendo de forma legal a la optimización de la cantidad de energía adecuada y suficiente que puede suministrarse en todos los procesos de la vida humana, consiguiendo al mismo tiempo una apropiada conciliación entre



las necesidades de protección del medio ambiente y un desarrollo económico sostenible.

Esto no siempre se tiene en cuenta en su verdadera dimensión, aún cuando existe un constante crecimiento de los precios y las demandas de productos; imponiéndose filosofías de altas producciones sin calidad que están precedidas por altos consumos y costos energéticos y no por la sensibilidad hacia obtener altas producciones, con buena calidad y los menores gastos posibles.

Cada empresa debe tener un conocimiento profundo de los productos o servicios que ofrece y los procesos empleados para elaborarlos con los menores gastos posibles y de esta forma estará plenamente capacitado para llevar a cabo el mejoramiento continuo y podrá asumir los riesgos. La estrategia energética debe ser flexible y adaptable con una aplicación gradual y con perspectivas futuras y no de índole inmediata.

## 1.2. Mejoramiento continuo de la eficiencia energética.

La eficiencia energética fue definida como: *lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible y la menor contaminación ambiental, con la participación de todos sus miembros, destinada a alcanzar el éxito a largo plazo, para beneficiar a todos los miembros de la organización y la sociedad.*

Para lograr una buena gestión energética es necesario cumplimentar los tres procesos básicos de la misma;

- ✍ Planificación según las necesidades mínimas de recursos energéticos que necesitamos.
- ✍ Control del consumo de dichos recursos.
- ✍ Lograr una mejora constante y completa en función de la gestión energética.

Pero algo muy fundamental que se debe tener en cuenta en la búsqueda constante de mejoras, es lograr cumplimentar una filosofía sobre bases sólidas de dirección, que impliquen cambios monumentales en la cultura empresarial, en el cual son importante los métodos estadísticos; ellos por si solos no garantizan el éxito de un programa de mejoras, tal filosofía exige una perspectiva de largo plazo, positiva y dentro de una certera administración para el éxito, no para el fracaso.

El impacto de los costos energéticos sobre los costos totales de producción depende en su totalidad de las características de cada empresa, pero aún en organizaciones donde estos no representan altos porcentos de su estructura de gastos, es importante una eficiente administración energética según referencias del Manual de Gestión Energética de la Compañía Coca Cola (1980) el cual define “el control de los costos de la energía muy proporcional a las mejoras de la rentabilidad, porque es un porcentaje muy pequeño en la estructura de gastos; pero crece muy rápido y más en estos momentos donde los precios de los recursos energéticos es tan fluctuante desde hasta más de un 15 %.

Luís del C. y Pedro F. del Centro de Investigaciones Financieras, en proyecto “El cálculo económico y su naturaleza”, II Parte, Pág. 23. refieren *“que el costo de la producción, la ganancia y la rentabilidad forman una trilogía inseparable para las empresas que buscan un trabajo eficiente y eficaz, además muestran la influencia directa del ahorro de las diferentes partidas de gastos, donde el precio de un producto, juega un papel decisivo, en una adecuada correlación de estos tres aspectos, el uso racional de los recursos productivos, el ahorro de materias primas y energía, mejoramiento de la calidad de un producto final, son los que te llevarían al ÉXITO.*

1.2.1 Situación Internacional. América Latina. Países integradores del ALBA.

Fleites, M. , Revista Energía, 1985 (Anexos 1.1; 1.2; 1.3; 1.4) se refiere *“a los primeros pasos internacionales en el tema del uso eficiente y sostenido de la energía, con la celebración de la Primera Conferencia Mundial de Energía (CME)*

*en Londres en 1924 con la asistencia de 24 países, donde quedó aprobada la constitución de una organización permanente internacional cuyo objetivo principal es promover el desarrollo y el uso pacífico de los recursos energéticos para el máximo beneficio de la humanidad expresada a nivel nacional e internacional.”*

En este ámbito, ya desde un inicio se ve la responsabilidad de garantizar un uso adecuado de los recursos energéticos, con un menor impacto social y ambiental, además centra su estudio en el consumo de la energía, en sus relaciones globales con el desarrollo de la actividad económica en el área que le corresponde.

Dicha organización utiliza como métodos para cumplimentar sus tareas en el ámbito energético, la realización de Congresos Internacionales cada 3 años, reuniones del Consejo Ejecutivo Internacional Anual y realización de estudios mediante Comité Técnicos, existiendo uno destinado al consumo energético en procesos industriales el cual prevé indicadores de consumo para procesos ideales para su uso como modelo contra el cual se compara comportamientos reales de un proceso.

En el caso de los países en vías de desarrollo como Cuba, que es miembro desde 1961, existe un comité que analiza la propuesta de estos países para establecer bases de datos coherentes, sistemas energéticos descentralizados y el papel de recursos renovables, la necesidad de un uso más eficiente de la energía.

Sin dudas cataloga esta Primera Conferencia Mundial de la Energía como la más representativa de las organizaciones internacionales no gubernamentales en los campos de la ciencia; técnica y economía energética, gozando de gran prestigio mundial. La misma a través de sus Congresos y Consejos Ejecutivos arriba a diferentes conclusiones relacionadas con el tema a nivel mundial tales como:

- ✍ Ampliación de tecnologías que prometen aseguramiento futuro en el suministro de energía.
- ✍ Aseguramiento de la energía para las futuras generaciones, sin afectar la habitabilidad del planeta en que vivimos.

- ✍ Incremento de la seguridad de las centrales nucleares, así como medidas conjuntas en caso de accidentes. Incremento del uso de la energía eléctrica como posibilidades de elevar el uso más eficiente de la energía.
- ✍ Incremento de los esfuerzos que realizan los países en vías de desarrollo para mejorar materialmente la eficiencia en el uso de los recursos energéticos locales, lo que les permita cubrir la creciente demanda, utilizando esos recursos sin tener a grandes inversiones.

Notienergía, Revista Energía, (Marzo 1989) plantea que, *“desde la década del 70 la eficiencia energética del sector industrial en muchos países desarrollados ha logrado mejoras hasta de un 18 %, atribuyendo su mayor porcentaje 8% a los cambios de tecnología, 7% cambios de surtidos de la producción y solo el 3% se debe a los precios”*.

Martín, Elsa. Revista Energía, 1992 (Anexo 1.5). Hace referencia, *“al Sistema de Información de Energía del Caribe (Caribbean Energy Information System- CEIS) que surge en 1987, como consecuencia de la adopción de un plan de acción de energía regional por acuerdo de los países miembros del CARICOM (Comunidad del Caribe)”*.

El mismo tiene como objetivo fundamental proporcionar a los países miembros un servicio que les permita controlar el desarrollo tecnológico y de ampliación esencial para los programas relacionados con el suministro, conversión y uso de la energía. Lo componen 13 miembros, Cuba desde 1991 a solicitud de la UNESCO (1988) junto a Surinam; Belice y Bahamas, designándose para ello, al Centro de Información Técnica de la Comisión Nacional de Energía como Punto Focal Nacional. (CEIS), cubriendo un amplio campo relacionado con las fuentes renovables de energía, la conservación de la energía y la generación de electricidad y el petróleo entre otros. Brinda servicios de estadísticas sobre productos energéticos, sus precios y uso en el caribe, información sobre asesoría

energética en el área, desarrollo de informaciones referidas a la energía, bibliografía energética acceso a bases de datos internacionales sobre el tema.

Póveda, Mentor ([mentor.poveda@olade.org.ec](mailto:mentor.poveda@olade.org.ec)), (2007). Plantea que: “*el (85%), de los países europeos cuentan con organizaciones e Instituciones especializadas en el tema y en su mayor parte, con subsidiarias a nivel de municipios, dedicadas a facilitar asistencia técnica a los gobiernos y clientes locales*”. Esto lo corrobora, el análisis a nivel mundial de la OLADE en el 2004 en colaboración con el World Energy Council (WEC) sobre el estado de la eficiencia energética en el período 1990-2002, donde se detecta que el CONSUMO DE ENERGÍA había CRECIDO más lento que la ECONOMÍA, valorado en la unidad de intensidad energética (Consumo Energía/PIB), lo que demostró que en Europa este indicador decrece en 0.9 % y en Latinoamérica y el Caribe en 0,5% (por debajo del promedio mundial). Además se pronostican disminuciones en Europa desde hasta un 20 % para el 2020, que se sustenta, en la decisión política que se refleja en la institucionalidad que la eficiencia energética tiene de soporte en la gran mayoría de los países de la Unión Europea.

Núñez, Freddy. E ([frenumi@hotmail.com](mailto:frenumi@hotmail.com)), (2009). Afirma que esta zona central y sur del continente americano:

- ✍ Cuenta con el 11% de las reservas mundiales de petróleo,
- ✍ Es la cuarta región por volumen de reservas, por detrás del Golfo Pérsico, Europa (incluida Rusia),
- ✍ Está entre los 20 primeros países por volumen de reservas probadas de petróleo, entre los que figuran, Venezuela (7.º lugar), México (14.º lugar) y Brasil (16.º lugar),
- ✍ Posee el 5% de las reservas mundiales de gas natural y produce el 6,5% del total mundial de este recurso,
- ✍ Cuenta con grandes reservas de carbón mineral — para 288 años de Explotación — y abundantes recursos renovables, como la energía hidroeléctrica, que supone el 22,5% de la producción mundial.

Además refiere que: *“El consumo total de energía primaria de Latinoamérica pasó de: 529,6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) en 1996 a 682,8 millones de TEP en 2006, lo que refleja un sensible aumento, del 28.9 %, debido al crecimiento económico y demográfico de la zona y en relación con el total mundial ha aumentado ligeramente, desde el 5,9% en 1996 al 6,3% en 2006, reflejando una menor eficiencia energética, por el incremento porcentual del PIB ” y “en el total Latinoamericano, la estructura económica mundial, ha disminuido desde 6.3 % en el 96 a 6,1 % en el 2006, según datos del Fondo Monetario Internacional”.*

Según datos del FMI referidos a la estructura en Consumo América Latina.

- ✍ el petróleo representó el 47,3% de la energía total consumida en la región en 2006, mayor al ratio de consumo mundial de petróleo sobre el consumo total mundial de energía primaria (un 35,8%).
- ✍ hidroelectricidad, al representar el 22,6% del consumo regional de energía primaria, frente al 6,3% para el total mundial.
- ✍ el consumo de carbón y energía nuclear en la región latinoamericana es poco importante (4,5%) de la región frente al 28,4% mundial y 1,1% frente al 5,8% respectivamente.

Hasta 2001 Latinoamérica manifestaba una eficiencia media en torno a las 30 TEP, en 2006, había empeorado sensiblemente el uso energético, elevándolo hasta una tasa del 36,6; mientras que el mundo en su conjunto había mejorado la tasa de uso energético desde 29,7 TEP en 2001 a 22,6 en 2006. Y cita como país de mayor eficiencia energética a México, que solo necesita: 8 TEP / 100.000 \$ PIB nominal y Venezuela como el menos eficiente 39 TEP/100.000 dólares de PIB.

## 1.2.2 Programas de eficiencia energética en Latinoamérica y el Caribe

### Brasil:

- ✍ Programa Nacional para Conservación de Energía Eléctrica, PROCEL; con el objetivo de promover la producción racional y el uso eficiente de la energía eléctrica por la Empresa Eletrobrás. Desde año 1986 hasta el 2005, ha invertido: US \$ 461 millones para un ahorro de 21,753 GWh Anuales, es importante destacar que en el año 2005 se invirtieron US \$ 52.7 millones en iniciativas de eficiencia energética.
  
- ✍ Programa de Racionalización en el Uso de Derivados de Petróleo y Gas Natural, CONPET con el objetivo de incentivar el uso eficaz de estas fuentes de energía no renovables en el sector transporte, residencial, comercial, industrial y agropecuario y promover la reducción del consumo de Diesel, uso de Gas como combustible y de nuevas tecnologías electrodoméstico y la educación en el tema en las nuevas generaciones.

### México:

- ✍ Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, con el objetivo de promover el uso eficiente de la energía desde su producción (generación eléctrica, refinación, transporte de combustibles) hasta su uso final (procesos industriales, transporte, consumo final de electricidad), Los principales resultados: según (Informe de Labores CONAE, 2005) son: reducciones de consumo eléctrico del orden de 1,962 millones de kWh, con un costo aproximado de US \$ 78 millones 347 MW de demanda diferida, la cual tiene un valor superior a los US \$ 312 millones, disminución del consumo de combustibles en más de 185 mil barriles de petróleo, equivalentes aproximadamente a US \$ 9.3 millones.
  
- ✍ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE, con el objetivo de promover e inducir, con acciones claras y concretas, el ahorro de energía

eléctrica en los usuarios, mediante la concesión de financiamiento para implementación de proyectos de ahorro de electricidad, además otorga asistencia técnica para desarrollo de iniciativas y brindar capacitación sobre temas de ahorro de energía. Los principales resultados son: Ahorros de electricidad en el 2005 de 4,046 GWh por la implementación de programas promovidos por FIDE. Estos valores significan poco más del consumo para el total del conjunto de los estados de: Baja California Sur, Nayarit y Colima. (CONAE, "Boletín de prensa").

- ✍ Además promueve desde hace 11 años la actividad de "Horario de Verano" en todo México, durante 6 meses, lo que ha permitido obtener los siguientes resultados: Ahorro de 11,133 millones de kWh, equivalente al consumo de 5 estados mexicanos: Coahuila, Distrito Federal, Estado de México, Jalisco y Puebla, dejando de emitir 1.6 millones de toneladas de dióxido de carbono y de otros contaminantes. Según el FIDE, desde 1996 hasta 2005) se han obtenido un ahorro acumulado equivalente a la electricidad consumida por 24.6 millones de hogares en el país, durante más de 14 semanas o sea, equivale a la electricidad que consumirían 21.18 millones de lámparas de 60 W encendidas permanentemente durante un año y ha dejado de invertir 36,630 millones de pesos (US \$ 3,383 millones) en el sector eléctrico, por diferimiento de inversiones y gastos de combustibles y de operación.

#### Cuba:

- ✍ Desde la década del 60 hasta los noventa, Cuba por sí sola se debatía con su política social y económica con toda la Comunidad Europea y Asiática, principalmente con la extinta URSS. Durante esos años el suministro de productos energéticos estaba garantizado, por el buen comercio azucarero que existía y los precios del petróleo fijados acorde a las posibilidades financieras y contratos económicos establecidos.



- ✍ A partir de los 90 dicho suministro se cierra y se ve obligada a afianzar sus medidas de ahorro y uso eficiente de la energía; el abastecimiento de combustible disminuye en más de un 75 % y con las condiciones mínimas de generación de electricidad, los niveles productivos decrecen y el país entra en el período especial por más de 15 años.

#### Mecanismos de Integración Regional Energética:

- ✍ Los mecanismos de integración regional energética como la OLADE, PETROCARIBE y otros, tienen entre sus prioridades la Eficiencia Energética como una estrategia rápida, económica y de fácil implementación que llevará millones de dólares en ahorro a los presupuestos nacionales, que pueden ser invertidos en el desarrollo de sus pueblos incrementando los aportes para la salud, el empleo y la educación.
- ✍ En el año 2004 surge la Alternativa Bolivariana para las América (ALBA) y con ella grandes proyectos de mejoras sociales para todos sus países integradores, entre ellos PETROCARIBE que tiene entre sus objetivos la solución de las asimetrías en el acceso a los recursos energéticos con base en un esquema de intercambio favorable, equitativo y justo para los países de la región. Además se extiende hacia un sistema de complementación energética que comprende los objetivos del esquema energético caribeño y propicia la creación de asociaciones mixtas en varios de estos estados para concretar los esquemas de colaboración con vistas a la ampliación de infraestructuras de almacenaje y distribución de crudos y sus derivados.

#### 1.2.3 Mejoramiento de los indicadores de eficiencia energética.

Al establecer criterios o metas de producción, es práctica común plantearse cumplimientos de los indicadores económicos, lo que implica que todo lo que concierne dentro de indicadores es correcto, mientras que los que están fuera de ellos son incorrectos. Encerrarse en estos solamente es absurdo, porque la

reducción continua de las variables que inciden en estos indicadores posibilita una disminución de los costos, los principios de reacción en cadena plantean que una reducción continua de errores es mejoramiento continuo, significa costos cada vez más bajos, disminución del desperdicio de materiales y recursos energéticos y financieros, de tiempo en esfuerzo humano y lógicamente provoca que la productividad aumente.

Por lo tanto un proceso de mejoramiento energético, es encontrar las causas de obtener un producto o prestar un servicio ineficiente energéticamente y eliminarlo de forma tal, que el problema no se repita nunca más, proponiendo soluciones para contrarrestar la deficiencia o alto consumo de portadores energéticos, Crosby (1979), *“llama a esto “causas y raíces“* por lo que resulta necesario comprender plenamente el proceso tecnológico, así como los recursos materiales, energéticos y financieros con que se cuenta, los requerimientos y resultados alcanzados.

### 1.3 Caracterización de la Industria alimentaria en el mundo

La industria alimentaria está integrada por una serie de industrias que se basan en diferentes procesos tecnológicos, donde se utilizan maquinarias y equipos para producir bienes de consumo alimenticios industrializados (BCAI) con un considerable valor agregado. Entre las más importantes se encuentran la cárnica, la láctea, la de conservas de frutas y vegetales, la de bebidas y licores, la molinera, la confitera y la de pastas alimenticias.

El proceso de globalización que tiene lugar en el mundo está influyendo sobre el consumo alimentario de las distintas naciones; y aunque éstas mantengan en buena parte sus características propias, se va desarrollando un segmento de consumo alimentario que muestra un comportamiento globalizador, con claras tendencias hacia la homogeneización de la dieta, en la cual está presentándose un mayor componente industrializado, con independencia de la situación

económica de los países y de sus diferencias en la distribución del ingreso según sean desarrollados o subdesarrollados.

En los países desarrollados la industria alimentaria se caracteriza por formas de distribución en las que se aplican nuevas técnicas de gestión de ventas, la adaptación permanente al mercado y la modernización de las técnicas de producción, embalaje, rotación de inventarios y circulación espacial de los BCAl a partir del óptimo funcionamiento de las cadenas logísticas de transporte y abastecimiento.

El consumo de alimentos en las naciones desarrolladas presenta las siguientes tendencias:

- ? Sustitución de muchas comidas caseras por industrializadas (sopas deshidratadas, puré de papas instantáneo, comidas preparadas y precocidas, jugos y néctares de frutas en conserva, pastas alimenticias, etc.).
- ? Crecimiento del consumo de frutas y hortalizas frescas en cualquier estación del año.
- ? Reducción del consumo de azúcar y de carne de vacuno, así como aumento de carnes blancas, especialmente de pollo. Recuperación del consumo de pescados y mariscos.
- ? Disminución de la leche fluida (excepto la desnatada). Aumento de los derivados lácteos (distintos tipos de yogures, quesos, helados, etc.). Sustitución de la mantequilla por la margarina. En los países subdesarrollados, sobre todo de las grandes ciudades, también se producen estas tendencias (en particular en los estratos de mayores ingresos).

En los suburbios y barrios marginales de las urbes, así como en las zonas rurales, la situación alimentaria es otra; no se puede hablar aquí de tendencias alimentarias sino de subsistencia sobre la base del modo de vida tradicional.

En la actualidad, el cuidado de la salud personal demanda el consumo de productos más ligeros y naturales que se inscriben en una forma de vida más sana.

La industria alimentaria en el mundo ha diversificado mucho su producción. Este rasgo se corresponde con demandas cada vez más específicas y la adecuación de un proceso de asignación de valor con el que se busca satisfacer necesidades según criterios de gusto, edad, nivel de ingresos, salud y modo de vida. El creciente valor agregado en la producción, con base en productos diferenciados, es la respuesta a la diversificación de la demanda.

En un país en desarrollo, la Industria Alimentaria representa entre un 3 y 4 % del total de la energía utilizada en ese país (sin incluir servicios, ni transporte), estas cifras ponen al relieve el alcance real del peso energético del sector y delimita los posibles objetivos de mejora energética a definir en el mismo. Esta industria se basa en una estructura empresarial muy particular por su atomización y consiguiente escaso dimensionamiento, pues tienen gran peso las incidencias negativas de tanta dispersión, por conllevar notables imposibilidades técnicas y financieras. Otro importante factor a tener en cuenta es la estrecha vinculación industria-materia prima, este depende de sectores primarios en condiciones de íntima dependencia, de forma que uno y otro se transmiten sus dificultades y repercusiones, de cambios tecnológicos, económicos y financieros.

Es importante señalar el escaso grado de desarrollo tecnológico alcanzado por el sector, indudablemente menor que otras áreas industriales. Esto representa una notable desventaja, son pocas las posibilidades de encauzar los desarrollos tecnológicos del mismo, con criterios diferentes a las otras áreas industriales, basados en el uso racional de la energía y en la aplicación de fuentes alternativas que están al alcance de la alimentación.

Se vislumbra que para el futuro esta industria representará más de la mitad del total de entidades empresariales en funcionamiento. Por tanto resulta destacado la necesidad de estudiar en profundidad la repercusión energética de las

operaciones y los procesos básicos de la industria e incluso los aspectos especiales que representan en determinados subsectores (Lácteo, Bebidas, Conservas frías, Maltería y Café); igualmente interesa examinar posibilidades de aplicación de fuentes alternativas (energía solar, eólica) y la revisión de procesos con vistas al ahorro energético.

### 1.3.1 Operaciones fundamentales de la Industria Alimenticia y sus implicaciones energéticas.

En esta industria se ponen en práctica 4 operaciones fundamentales de la ingeniería alimentaria, que son agrupadas como sigue según el National Collage of Food Technology y que implican consumos energéticos:

1. Operaciones previas: (Obtención, transporte y almacenamiento de materias primas, limpieza selección y clasificación).
2. Operaciones de transformación: (Reducción o cambio de tamaño, tamizado, mezcla y emulsión, filtración, estrujado, centrifugación y cristalización y conversión por tratamiento térmico).
3. Operaciones de conservación: (Esterilización, pasterización, secado, congelación, irradiación y almacenamiento).
4. Operaciones auxiliares: (Higiene y asepsia, agua, residuales, y transporte).

Por lo general casi la totalidad de los alimentos que ingiere el hombre, están sometidos algunas de esas operaciones, que implican cada una de por sí gastos energéticos, existiendo en ellas mismas un importante potencial de ahorro energético.

Las operaciones de preparación, absorben un porcentaje importante del total del consumo energético del sector alimentario, por lo que debe prestarse máxima

atención a la propuesta de soluciones energéticas óptimas para los procesos involucrados en ellas.

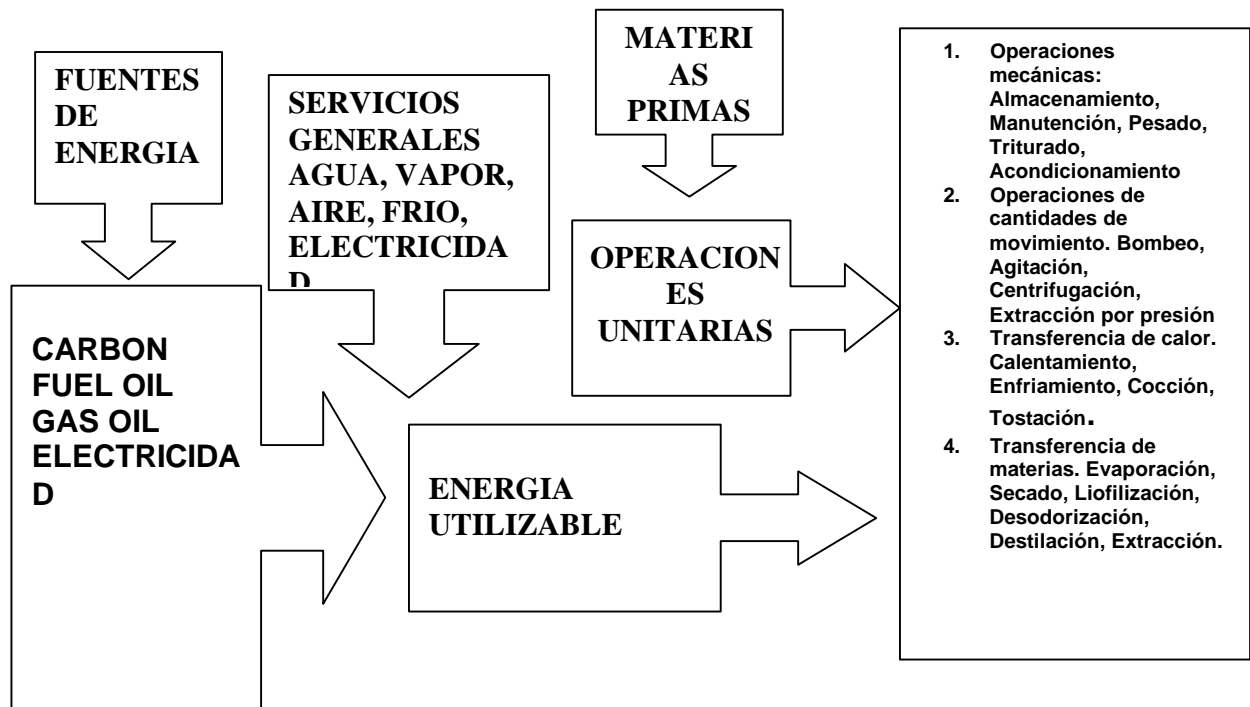
Dentro de las operaciones de conservación se enmarcan 2 propiamente dichas, esterilización y pasteurización, además por otra parte hay operaciones de conservación que buscan otros objetivos, evaporación, deshidratación, congelación, irradiación y almacenamiento. Estas operaciones son en general importantes consumidoras de energía y por ello se prestará especial atención al examen de los procesos que los definen, a fin de identificar los procesos energéticos fundamentales.

En la Figura 1.1 puede observarse la estructura energética más común en la industria alimentaria, en ella están presentes cada uno de los portadores energéticos, materias primas e insumos que intervienen en sus procesos, así como la interrelación de cada uno con las operaciones que se realizan.

Las principales alternativas generales de mejoras energéticas dentro del sector; según los procesos y operaciones antes descritas son:

- ? Correcto dimensionamiento y uso de instalaciones y materiales (vapor, electricidad, agua, presión, aire, frío, equipos e instalación).
- ? Recuperación de calor, siempre que sea posible (gases de combustión, condensados, aires y productos).
- ? Utilización de residuos y productos como fuentes energéticas y aplicación siempre que sea posible y viable, de la energía solar y mecánica, en vez de la térmica.
- ? Eliminar todas las pérdidas térmicas (fugas de vapor, agua, aire, manipulación transporte y canalizaciones inútiles o evitables, radiaciones electricidad, iluminación y acondicionamiento inadecuado, etc.).

Fig. 1.1. ESTRUCTURA ENERGETICA DE UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA



- ? Utilización exigente de sistemas de regulación y control (sobre calderas, máquinas, bombas, compresores y transmisores).
- ? Utilización del calor directo (siempre que el producto o la tecnología lo permita) agua caliente, en vez de vapor, turbinas a contrapresión, bombas de calor, efectos múltiples de evaporación, técnicas de separación moderna (osmosis inversa, ultrafiltración, etc.) y otras técnicas de ahorro energéticos siempre que sean posible.
- ? Mentalización y colaboración del personal acerca de la necesidad de reducir drásticamente los consumos energéticos.

### 1.3.2 La Industria Alimentaria en Cuba

La industria alimentaria en Cuba está integrada por las industrias cárnicas, lácteas, de aceite, de conservas de frutas y vegetales, molinera, confitera, de bebidas y licores, pastas alimenticias así como por la distribución de esas producciones.

El Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL) es el organismo rector de la actividad en el país y produce gran parte de estos bienes. Antes de 1959 la industria alimentaria nacional presentaba en general poco desarrollo con tecnologías atrasadas y eminentemente artesanales, con la excepción de contadas empresas que operaban con capital norteamericano o de otro país, o bien de subsidiarias estadounidenses. La producción nacional de la industria alimentaria no llegaba a cubrir las necesidades de consumo de la población, por lo que el país se convirtió en un importador casi absoluto de bienes de consumo alimenticios industriales.

Con el proceso de nacionalización de la industria por el Gobierno Revolucionario se crearon las condiciones necesarias para comenzar un gran desarrollo de la industria alimentaria desde los primeros años de la Revolución, iniciándose la agrupación de las fábricas por sectores especializados, así como mejoras en las instalaciones existentes y el comienzo de algunas inversiones en el sector.

El 27 de octubre de 1965, mediante la Ley No. 1.185, se crea el MINAL, organismo que concentró la producción de BICAI tanto para el consumo nacional como para la exportación del país. En 1972, con la incorporación de Cuba como miembro efectivo al sistema de integración económica de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y los países socialistas, conocido por Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), así como con la posibilidad de adquirir algunos créditos capitalistas, el MINAL experimentó notables transformaciones tecnológicas y organizativas. Lo anterior permitió realizar grandes cambios



estructurales y multiplicar el nivel de las capacidades existentes antes de la Revolución, con incrementos notables de producción industrial hasta 1989. [5]

A partir de 1989, con la desaparición del campo socialista y la URSS y el recrudecimiento del bloqueo económico por parte de los EE.UU. (Ley Torricelli, promulgada en 1992), el gran déficit de recursos financieros que impactó desfavorablemente a toda la economía nacional afectó sensiblemente a los sectores agropecuario y azucarero (tener presente que las producciones de estos dos sectores son la base de materias primas de la industria alimentaria), esto trajo como consecuencia la peor crisis económica que se haya dado en toda la existencia de este sector en Cuba. Ante toda la situación descrita anteriormente la industria alimentaria se vio forzada a concretar estudios de redimensionamiento y racionalización industrial, de reordenamiento empresarial y laboral, y a comenzar una reconversión tecnológica.

Durante los primeros años del período especial, los programas de ahorro de energía tuvieron un marcado retroceso, a causa de los trastornos de la crisis. Aún así, los trabajos en el "Programa Nacional de Fuentes Nacionales de Energía" se retomaron a partir de 1994, utilizando como referencia los parámetros alcanzados en 1989 y 1990, a fin de recuperar los niveles perdidos.

Por otra parte, se abrieron otros cauces de acción, con el objetivo de incluir las nuevas formas de organización productivas (cooperativas, empresas mixtas) en estos esfuerzos. No obstante, la línea central continúa siendo el control estricto del aspecto energético en las empresas estatales, que se regula por medio de diferentes tipos de directrices

Desde 1995 viene ocurriendo una recuperación de las inversiones, al tener las Uniones de Empresas un mayor acceso a la administración de las divisas, así como a una reanimación de los préstamos de la banca nacional. Esta tendencia permitirá realizar las adecuaciones tecnológicas necesarias para reconvertir la industria técnica y energéticamente.

Como complemento de las acciones anteriores se impone orientar el desarrollo acelerado de la producción mediante el uso más eficiente de los combustibles y las materias primas, junto con un riguroso control de los gastos y un aprovechamiento óptimo de las capacidades que permitan realmente hacer más con menos.

El Ministerio de la Industria Alimenticia ha venido incrementando la atención a la actividad de economía energética, lo que se ha evidenciado en reducciones progresivas de los indicadores de consumo en general del sector. Esto ha sido el resultado de la implementación de medidas de carácter organizativas y la eliminación de despilfarro y en menor grado, en medidas de carácter técnico, tecnológico e inversiones. El ordenamiento y materialización exitosa de estos objetivos a cada nivel solo es posible lograr, mediante el trabajo organizado en programas de trabajo para el uso racional de la energía.

En consecuencia, la Resolución 33/86 del MINAL puso en vigor el “Reglamento para la Actividad Energética en el Ministerio de la Industria Alimenticia” que establece la confección de los programas correspondientes a cada uno de los niveles administrativos subordinados en el Sistema del Ministerio.

A solicitud de los órganos centrales del estado, la Junta Central de Planificación (JUCEPLAN), Comisión Nacional de Energía, Comisión Nacional del Sistema de Dirección de la Economía, en el año 1989 se comienza a trabajar en la elaboración de las normas de consumo por cada una de las empresas, para cada producción o servicio, estableciéndose mecanismos para control de esta importante y compleja tarea.

Este trabajo fue realizado en base a la producción de mayor peso energético de acuerdo a su volumen de producción dentro del surtido. Ejemplo: Si se solicita elaborar la norma de refrescos, y el refresco embotellado para la venta en sector de Turismo o Organización Estatal Económica (OEE) de acuerdo a su proceso y volumen de producción es el que más energía consume, se toma este surtido para elaborar la norma y se complementa con comentarios sobre las variaciones al

elaborar otros tipos de refrescos como: embotellado nacional o granel. Todo este proceso de elaboración de norma es complementado con diagramas de flujo, cronogramas de producción y cálculos analíticos.

Ya en los años 90 en el MINAL se comienzan los trabajos de diagnóstico a principales actividades de transporte, refrigeración y calderas de todas sus industrias, las soluciones propuestas van encaminadas al aumento de la eficiencia energética como tal, influenciada por las mejoras de los indicadores fundamentales que la componen como: índices de consumo, intensidad energética, etc., como resultado de soluciones dadas a motores eléctricos, motobombas y sistemas de refrigeración.

En el período 2000-2003 se centró la atención en perfeccionar las formas y métodos de lograr la reducción de los consumos a partir de herramientas más novedosas en el tema; según las experiencias prácticas obtenidas ya se cuenta con personal preparado para llevar a cabo programas de mejoras en este sentido, logrando proponer y cuantificar medidas que representan ahorros considerables de recursos energéticos y financieros, tales como:

- ? Acercar los consumos energéticos en las producciones fundamentales a medidas internacionales.
- ? Disminuir no menos de un 3 % el consumo energético en todo el sector productivo.
- ? Asumir gradualmente el financiamiento en divisa del consumo de energía en un 54 % del consumo total.
- ? Profundizar en el movimiento de salas de calderas y de refrigeración eficientes, declarando en este período los bloques energéticos eficientes como forma superior de eficiencia energética.

Además se realiza la proyección estratégica del área energética con los siguientes objetivos:

- ? Máximo aprovechamiento de las fuentes de energía.

- ? Diagnóstico tecnológico para la actualización del equipamiento que funcionan fuera de parámetros eficientes.
- ? Profundidad en la cultura de ahorro energético y de agua.
- ? Revitalización de las Comisiones de Energía en todas las estructuras del sector.
- ? Proyecciones encaminadas a lograr escalones superiores en la eficiencia energética.

Y algo muy fundamental la motivación del personal para que sienta como suyo, la importancia del ahorro de energía de la empresa y el papel que juega en cada uno, en la reducción de los gastos energéticos, con la proyección de reglamento de estimulación salarial, a aquellas áreas y puestos mayores consumidores.

Durante los años 2004-2009 la política energética en general y muy específicamente en el sector alimentario, proyecta sus estrategias sobre las acciones dirigidas a aprovechar con eficiencia el consumo de la energía eléctrica, siempre teniendo en cuenta niveles encaminados a la satisfacción de las necesidades y el impacto sobre el sistema ecológico.

La eficiencia energética es la fuente de recursos energéticos más barata, ya que generalmente la inversión principal está realizada y solo hay que alcanzar el potencial de ahorro aprovechable, sin invertir o con inversiones menores de rápida recuperación. Se considera que en el equipamiento o la tecnología empleada, es donde existen las potencialidades de ahorro, ya que tanto su estado técnico como la explotación definen los rangos de pérdidas que se producen, cuya restitución ocasiona gastos y ahorros a mediano plazo.

En el sector se han ido alcanzando resultados superiores de mejoras energéticas que cuentan con bases de datos de estudios realizados y métodos de cálculo elaborados por entidades especializadas en la rama energética, así como experiencias de trabajos de técnicos y especialistas de la Industria Alimentaria. Es a partir de estos años que dentro de las misiones del Programa de la Revolución Energética en el país se comienza a la preparación de las condiciones para

implementar en el sector productivo y de servicio la tarea de generalización de la “Gestión por la Eficiencia Energética del Sector Estatal” para el desarrollo de la Tarea “Puestos Claves y Gestión Total Eficiente de la Energía”.

#### 1.4. Producción de Hielo

Son numerosas las industrias alimenticias que utilizan instalaciones y sistemas de frío y congelación, es por ello que se analizan conjuntamente los sistemas electro energéticos de las instalaciones de frío y congelación. En los tratamientos por frío hay que distinguir los procesos de pre enfriamiento, refrigeración y congelación.

Pre enfriamiento: Enfriamiento del producto hasta temperaturas bastante superiores al punto de congelación (temperaturas de 3 hasta 10 °C).

Refrigeración: Enfriar hasta temperaturas óptimas de almacenamiento, ligeramente superiores a los respectivos puntos de congelación (Estas condiciones de refrigeración vienen dadas por tipo de producto, humedad, tiempo de almacenamiento, etc.)

Congelación: Su objetivo es alcanzar en todos los puntos de un producto la temperatura inferior al punto de congelación. Esta varía según el tipo de producto, pero sus factores esenciales son “tiempo de congelación y conservación” (en la mayoría de los casos se alcanzan temperaturas de -30 a -50 °C).

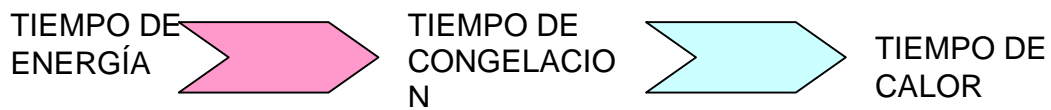
Es importante analizar este último proceso que consiste en mantener continuamente la temperatura de un producto por debajo de su punto de congelación, de forma que la mayor parte del agua del producto se transforme en hielo.

Hasta principios del siglo XX no se habían definido las técnicas y tecnologías de congelación, estas centran su atención en la definición del denominado “*tiempo de congelación*” el cual se establece en función de la plenitud del proceso (llegada al centro térmico y consecución del punto de congelación) así se habla de

congelación rápida y lenta, de hecho este proceso se integra en tres subprocesos: pre enfriamiento-congelación y atemperado.

Desde el punto de vista energético es básico identificar los factores que minimizan ese tiempo de congelación. A continuación en la Fig. 1.2 se muestra la secuencia de este proceso.

Fig.1.2. Secuencia de operaciones energéticas del proceso de congelación.



Mientras transcurre el proceso de congelación se está extrayendo calor del cuerpo mediante un aporte de energía, por tanto es importante el pre enfriamiento, definir las condiciones externas y las características del producto, el tiempo de congelación y por consiguiente el consumo energético del proceso. Esto nos muestra las posibilidades existentes para una recuperación eficaz del calor extraído.

El proceso de enfriamiento puede realizarse por contacto con un sólido refrigerado (congeladores de placa) o por líquidos refrigerados (Congelación por inmersión) de gran eficacia energética, pero con inconvenientes de contaminación, o con gas refrigerado (con circulación forzada de aire, método extensamente utilizado en la industria.

Los Anexos 1.6 y 1.7 muestran los diagramas de flujos tecnológico y de portadores energéticos para la producción de hielo, donde puede determinarse de forma general la incidencia de cada portador en cada uno de las etapas productivas del proceso. Según el Manual Técnicas de Conservación del MINAL (1982) en la sección "Uso y aplicaciones de la energía en la Industria Alimentaria" plantea que las operaciones de Pre enfriamiento y Congelación demandan de 0.7 a 1.0 kWh/Kg. de producto.

En la última década del siglo XX en Cuba el valor de la intensidad energética de la producción de hielo representó el 14.0 % de la Unión de Bebidas y Refrescos, lo que equivale a 0.01662864 tcc/Mp.

#### 1.4.1 Eficiencia energética de los sistemas de refrigeración

La refrigeración es la ciencia de lograr un flujo del calor desde un punto de baja a otro a alta temperatura. Un sistema de refrigeración extrae calor de la sustancia que es refrigerada (depósito frío) y lo rechaza al ambiente, a una temperatura más alta (depósito caliente) según se indica en la Figura 1. 3.

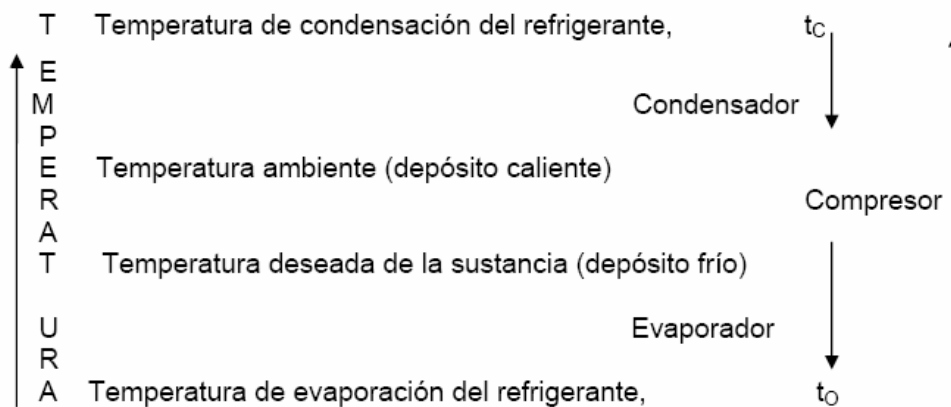


Figura 1.3. Diagramas de temperaturas y Flujo de Calor para Sistemas de Refrigeración.

Esto es análogo al bombeo del agua a un tanque de almacenaje elevado. El consumo de energía de un refrigerador es directamente proporcional al índice de la extracción del calor (cantidad de agua bombeada) y a la elevación de la temperatura a través de la cual se rechaza el calor (la altura a la cual se bombea el agua).

El rendimiento energético de un sistema de refrigeración se expresa generalmente como un coeficiente de funcionamiento (COP) que es el cociente de la tarifa de extracción del calor al índice del uso de la energía.

También puede ser expresado en términos del Energy Efficiency Ratio (EER), que es la cantidad de calor removido del espacio en cuestión en BTU por cada Watt-hr de electricidad consumida. Si 1KW-h equivale a 3 412 BTU, entonces 1 W-h son 3. 412 BTU. La relación entre EER y COP es  $EER = 3.412 \text{ COP}$

El EER o el COP de un refrigerador disminuyen a medida que disminuye también la temperatura de refrigeración, por lo tanto, no es económicamente viable refrigerar a una temperatura menor que la temperatura deseada.

Para cualquier tipo de sistema de refrigeración que se esté utilizando, es fundamental reducir al mínimo las ganancias de calor y mantener la diferencia entre  $T_C$  (temperatura de condensación) y  $T_0$  (temperatura de evaporación) tan pequeña como sea posible.

La reducción al mínimo de las ganancias de calor se logra aislando el cuarto refrigerado y las partes de baja temperatura del sistema de refrigeración, reduciendo al mínimo la infiltración del aire ambiente (ej. hermeticidad y aperturas de la puerta) y la reducción del consumo de energía en las aplicaciones de la refrigeración (ejemplo los ventiladores).

A esta reducción de  $(T_C - T_0)$  contribuye también el adecuado funcionamiento de los intercambiadores de calor (condensador y evaporador) y la reducción al mínimo de las caídas de presión del refrigerante en las tuberías de succión y descarga.



#### 1.4.2- Influencia de los componentes del sistema en la eficiencia energética.

##### Refrigerante

Muy pocas sustancias tienen características apropiadas para un refrigerante y, de éstos, poco han pasado la prueba del tiempo y continúan siendo utilizados como refrigerantes.

No hay ningún refrigerante ideal. La selección de un refrigerante es un compromiso entre muchos factores incluyendo la facilidad de la fabricación, costo, toxicidad, inflamabilidad, consecuencias para el medio ambiente, el impacto corrosivo y las características termodinámicas así como rendimiento energético. Una característica dominante es la relación de Presión/ Temperatura. En general, el rendimiento energético es deseable por el punto crítico del refrigerante (la temperatura sobre el cual no puede condensar).

Las buenas características del transporte y del traspaso térmico son también importantes para el rendimiento energético pues reducen costos porque permiten que el trabajo de compresión no sea prolongado y el sobrecalentamiento del refrigerante en los evaporadores y el su enfriamiento en los condensadores sea el óptimo. En general, los refrigerantes de peso molecular y viscosidad baja tendrán las mejores características.

En las aplicaciones de refrigeración comercial para la producción de hielo predomina en la actualidad el amoníaco. Como fluido frigorífico el amoníaco presenta numerosas ventajas siendo las más importantes:

- i. Posee buenas propiedades termodinámicas, de transferencia de calor y de masa, en particular dentro de las condiciones definidas de servicios y el coeficiente de actuación de máquinas es uno de los mejores.

- ii. Es químicamente neutro para los elementos de los circuitos frigoríficos, salvo para el cobre y sus aleaciones que son materiales ampliamente usados en las instalaciones con fluidos halogenados. Es por eso que no se debe cargar amoníaco en los circuitos con refrigerantes halogenados.
- iii. El amoníaco no se mezcla con el aceite de lubricación.

El amoníaco es considerado para el futuro como uno de los sustitutos más eficaces de los fluidos reglamentados por el Protocolo del Montreal. De todos los sustitutos actualmente disponibles, el amoníaco es el único refrigerante que no afecta la capa de ozono (ODP=0) y no provoca efecto invernadero, siendo un compuesto a base de átomos de hidrógenos y la molécula no tiene presencia de átomos de cloro o de bromo.

En caso de ser vertido en estado líquido se evapora en forma prácticamente instantánea, ya que su temperatura de ebullición a la presión atmosférica es a  $-34^{\circ}\text{C}$  y por ello no hay riesgo de contaminación de aguas subterráneas o de superficie.

### Compresores

Los compresores disminuyen su eficiencia si la elevación de la temperatura es más alta que la necesaria, si existe líquido refrigerante en el vapor de la succión o si el vapor refrigerante en la succión contiene un sobrecalentamiento muy alto. El mantenimiento del compresor, siempre que sea posible, y la preservación de la calidad del lubricante son importantes para mantener el rendimiento energético. Para algunos tipos de compresores (particularmente de tornillo y centrífugo), el rendimiento energético a carga parcial es bajo comparado con a carga total, entonces la operación sostenida a carga parcial debe ser evitada. La tecnología de velocidad variable y los sistemas de control mejorados pueden reducir al mínimo el consumo de la energía y por tanto de los costos.

## Condensador

Para mantener la temperatura de retorno tan baja como sea posible, la transferencia del calor en el condensador debe ser maximizada y la temperatura media de enfriamiento minimizada. Los condensadores evaporativos son a menudo los más eficientes porque rechazan el calor a la temperatura de bulbo húmedo del aire ambiente. Por ejemplo, el aire húmedo a 25°C y humedad relativa del 60% tiene una temperatura de bulbo húmedo de 16°C. Sin embargo, requieren mantenimiento cuidadoso y evitar la contaminación por Legionella.

Los condensadores refrigerados por agua combinados con las torres de enfriamiento, también aprovechan la temperatura ambiente de bulbo húmedo, pero hay un incremento adicional de la temperatura para conducir el calor del refrigerante al agua, así que la temperatura de rechazo del calor del refrigerante, es generalmente más alta. El uso del agua puede ser excesivo si no se utiliza torre de enfriamiento. Los condensadores enfriados por aire son generalmente el método menos eficiente pues, rechazan calor a la temperatura de bulbo seco del aire, que es generalmente perceptiblemente más alta que temperatura del bulbo húmedo o del agua. Sin embargo, por los sistemas pequeños se utilizan, porque son baratos, simple y requieren comúnmente poco mantenimiento.

Es importante mantener todos los tipos de condensadores limpios y libres de suciedad. Los condensadores que rechazan calor a la atmósfera necesitan mucho aire fresco y se deben proteger contra cualquier tendencia a que el aire recicle de nuevo a la entrada del condensador. Los sistemas que funcionan con la presión de succión del refrigerante menor que la atmosférica (ejemplo. amoníaco a baja temperatura o aire acondicionado con HCFC-123) deben utilizar purgadores de aire para eliminar los gases no condensables del refrigerante.

### Dispositivos de expansión

Muchos dispositivos de expansión requieren una diferencia significativa de la presión que le permita una operación adecuada. Por tanto, la presión de condensación se mantiene a altos niveles de forma artificial, aún a baja temperatura ambiente. Todo esto se debe a la válvula de expansión termostática convencional, la cual a menudo se selecciona entre otros dispositivos de expansión por su muy bajo costo. Una solución es utilizar válvulas de expansión controladas electrónicamente.

### Evaporadores

Los evaporadores se deben diseñar para funcionar con la diferencia de temperatura mínima económica de modo que la temperatura del refrigerante para la extracción del calor pueda ser tan alta como sea posible para una temperatura dada de la sustancia a enfriar. El aumento de la temperatura de extracción del calor también reduce el tamaño del compresor requerido. Así como el tamaño del evaporador, aspectos tales como la distribución, circulación y velocidad del refrigerante, el uso de superficies aleteadas, las velocidades del aire (para los enfriadores de aire) puede afectar perceptiblemente el rendimiento energético.

### La interconexión

La eficiencia puede afectarse si se instalan tuberías de conexión entre los equipos principales de tamaño incorrecto o se disponen de maneras que causan caídas de presión innecesarias y velocidad del fluido inadecuada.

### La importancia de los controles

Los componentes bien diseñados no funcionarán eficientemente a menos que se controlen correctamente. El rendimiento energético no ha sido siempre la primera

consideración al seleccionar controles eficaces. Si es posible, las opciones siguientes del control se deben evitar para maximizar el rendimiento energético:

- ? la interconexión de la descarga con la succión del compresores;
- ? válvulas de paso entre los evaporadores y los compresores;
- ? control del evaporador por cierre del suministro de refrigerante;
- ? los controles de presión en el cabezal del condensador solo cuando sean necesarios.

### 1.5 Impacto Ambiental y Social del uso irracional de los portadores energéticos y gases refrigerantes.

La integración del medio ambiente en todos los aspectos de la vida de las sociedades es, según Benítez W. A. (2007), un hecho innegable y aceptado como permanente en la actualidad, sean cuales sean las diferencias que puedan existir en el ritmo y la velocidad con que esta integración se produzca en cada situación en concreto. El cambio en las pautas de comportamiento, individuales o asociativas, que ellos comportan afecta, sin duda, a todos los segmentos en que podamos estratificar a una sociedad o país y, entre ellos, al tramado de empresas y sectores económicos.

En este sentido Kenneth Sadgrove (2002), opina que *“la empresa del futuro, o será medioambientalmente proactiva, o no será”*, estando acorde con los principios de la política ambiental cubana en tanto se establece la compatibilidad de las actividades productivas con el medio ambiente.

Desde las últimas décadas Comenzaron a gestarse cambios y no sería exagerado hablar de un nuevo paradigma en la relación empresa-medioambiente, con los objetivos fundamentales de lograr la minimización de desechos, la prevención de la contaminación y el reciclaje, acciones que están presentes en las actividades cotidianas con un razonamiento más serio en producir sin desperdicios.

De todas las formas de actividad humana quizás la más contaminante y degradante del medio ambiente es la relativa al manejo de los recursos energéticos fósiles. El uso de la vía energética *“dura”* se sustenta en un sistema

de valores que implica dominación, competencia, explotación, desarrollo desigual, violencia, etc.

Una de las características esenciales de los impactos provocados por el sistema energético contemporáneo (SEC), según Arrastía, A. M. (2010), es la interacción entre fenómenos de diversos tipos que ocasionan problemas ambientales, económicos, sociales, políticos, etc.

Todas las acciones desarrolladas con la Revolución Energética han tenido impactos en tres direcciones fundamentales: económica, social y energético-ambiental. En cuanto a este último se reduce la máxima demanda eléctrica de la generación del país, ha disminuido la carga contaminante a la atmósfera, prolongando así el tiempo de duración de la reservas de combustibles fósiles y disminución del impacto ambiental por el uso irracional de estos en la generación de electricidad.

Una vía para determinar la reducción de emisiones de contaminantes por concepto de ahorro de energía y sus portadores es haciendo uso de la siguiente fórmula: Emisión (t/año) = Factor de emisión \* energía ahorrada.

En la Tabla 1.1., pueden observarse los factores de emisión de contaminantes a utilizar en la fórmula antes expuesta.

Tabla 1.1. Factores de emisión de contaminantes.			
Impactos ambientales.	Contaminantes	Factor de emisión g/kWh	Factor de emisión g/L
Lluvias ácidas	NO <sub>x</sub>	3.41	8
Gases dañinos	CO <sub>2</sub>	0.23	0.6
Efecto Invernadero	CO	799	2986
Hidrocarburos	HC	0.083	0.12
Lluvias ácidas	SO <sub>2</sub>	0.0984	0.399

Serrano. M. J. H. y colaboradores. (2006)

## CONCLUSIONES PARCIALES

2. El problema energético mundial tiene gran importancia. El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exigen la adopción de nuevas estrategias en materia de energía.
3. Desde el año 2006 se desarrolla en Cuba la Revolución Energética poniéndose en práctica nuevos conceptos para el uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores de la economía, entre los que se ha destacado la implantación de sistemas de gestión en las empresas mayores consumidoras del país.
4. Según la literatura consultada la industria alimentaria mundial deberá aumentar la capacidad de adaptación a los nuevos intereses de los consumidores y, por otra parte, ante la diversificación de la demanda de bienes de consumo alimentarios industriales, tendrá que garantizar la disminución de los costos de producción (donde están incluidos los energéticos) y la calidad del producto con vistas a asegurar una buena posición en el mercado.
5. En los últimos años el Ministerio de la Industria Alimenticia creció a un ritmo del 10% promedio anual, teniendo un importante peso en el consumo energético nacional. Diversos estudios han permitido identificar potenciales de ahorro de energía como: cambio de equipos consumidores por otros más eficientes, recuperación de residuales, utilización de sistemas de regulación y control y otros.
6. La producción de hielo constituye uno de los principales renglones productivos dentro de la industria alimenticia y se caracteriza por ser uno de los más consumidores de energía, por lo que el establecimiento de tecnologías y estrategias operacionales más eficientes, permitirá un uso más racional de los portadores energéticos.



**IMPRIMIR LOS ANEXOS.**

Anexo 1, 2, 3, 4. Artículo: "Sobre las organizaciones internacionales energéticas" Conferencia Mundial de Energía, en la Revista No. 5 de Energía Pág. 40.

Anexo 5. Artículo: "Red de Información de Energía del Caribe" en la Revista No. 2/1992 de Energía Pág. 44.

Anexo 6. 7 "Diagrama de flujo de portadores energéticos.

## **CAPITULO 2 CARACTERIZACION ENERGETICA DE LA EMPRESA**

### 2.1 Introducción

La Empresa Bebida y Refresco está ubicada en el municipio cabecera de la provincia Sancti Spíritus, en Bartolomé Masó No. 263, entre Buena Vista y Santa Elena. Comenzó sus funciones como entidad con dependencia nacional desde 1976 después de la división política administrativa del país, dentro de su radio de acción se encuentran los siguientes establecimientos y sus dependencias internas y áreas.

✍ Oficina Central. EMBER. S.S. (Almacén Central.)

✍ Combinado Sancti Spíritus.

Planta de Hielo. (Taller Fabril, Depósito de Ron granel, Planta de Soplado de envases)

Planta de Refrescos. (Depósito de Cerveza a granel)

Planta de Ron Yayabo.

✍ Combinado Yaguajay.

Planta de Ron y Siropes. (Planta de envasar agua natural).

Distribuidora de Bebidas y Refrescos.

✍ Fábrica de Vinagre “La Espirituana”.

✍ Distribuidora de Bebidas y Refrescos Cabaiguan.

✍ Distribuidora de Bebidas y Refrescos Trinidad.

✍ Distribuidora de Bebidas y Refrescos Fomento.

✍ Base de Transporte Automotor.

Tiene como Objeto Social en conjunto con las demás empresas de la Unión de Bebidas y Refrescos, pertenecientes al Ministerio de la Industria Alimenticia las siguientes actividades productivas y comerciales:

- ✍ Realizar la producción, distribución y comercialización mayorista de bebidas alcohólicas y no alcohólicas como: ron, refresco, sirope, vinagre, agua, envases pet, hielo y otros productos comercializados por la Unión.

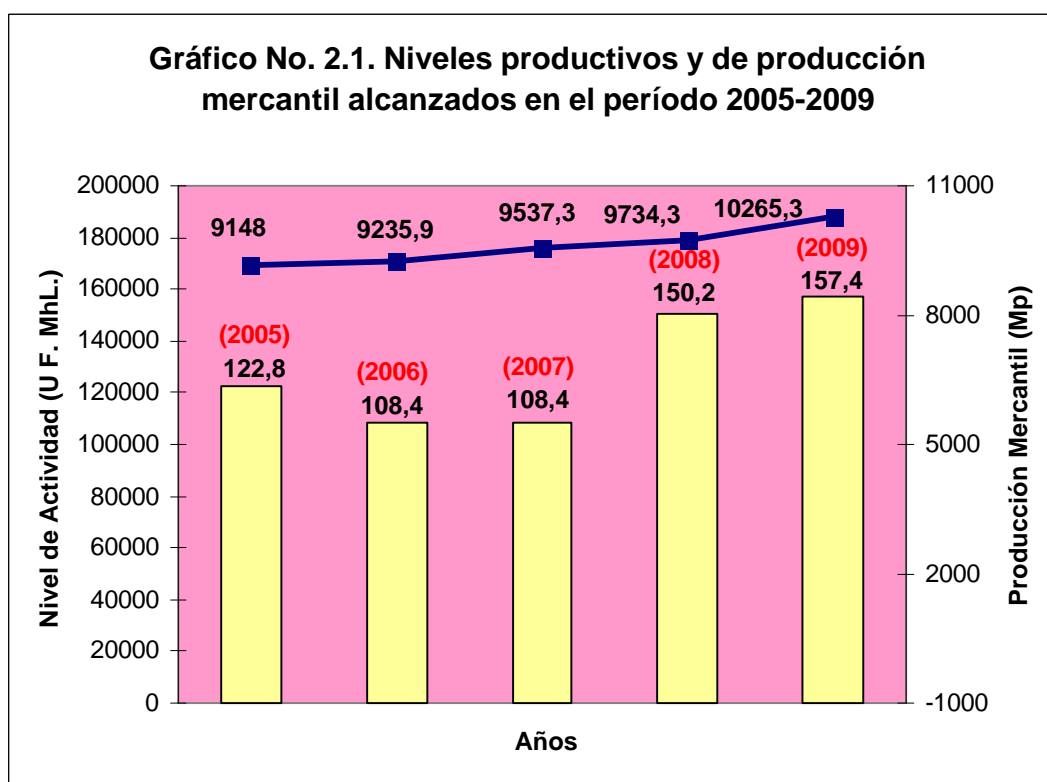
La Misión de la Empresa es elaborar productos alcohólicos y no alcohólicos para consumo nacional, destinados a comercializar en las redes de Cadenas Comercializadoras de Divisa y Tiendas del Turismo, Organización Económica Estatal (OEE) y la Canasta Básica, para el consumo social en sectores priorizados como Plan Turquino Manatí y Zonas Cañeras, siempre que cumplan con las especificaciones de calidad acorde a las exigencias del mercado actual, aprovechando la ubicación en el centro norte-sur del país, lo cual facilita estabilidad y competitividad en el mercado.

La Visión de la empresa hasta el 2010, es lograr niveles superiores de dirección, implementar el Perfeccionamiento Empresarial, y las nuevos sistemas de dirección y gestión empresarial del Estado Cubano, lograr productos competitivos y redituables con tecnologías homologadas a la medida internacional; que satisfagan los requerimientos de los clientes del mercado nacional con incremento progresivo de las ventas y mantener el liderazgo en la comercialización, desarrollar producciones mediante la aplicación de estrategias ambientales, para una disminución sostenible de la contaminación del entorno y desarrollo de producciones más limpias.

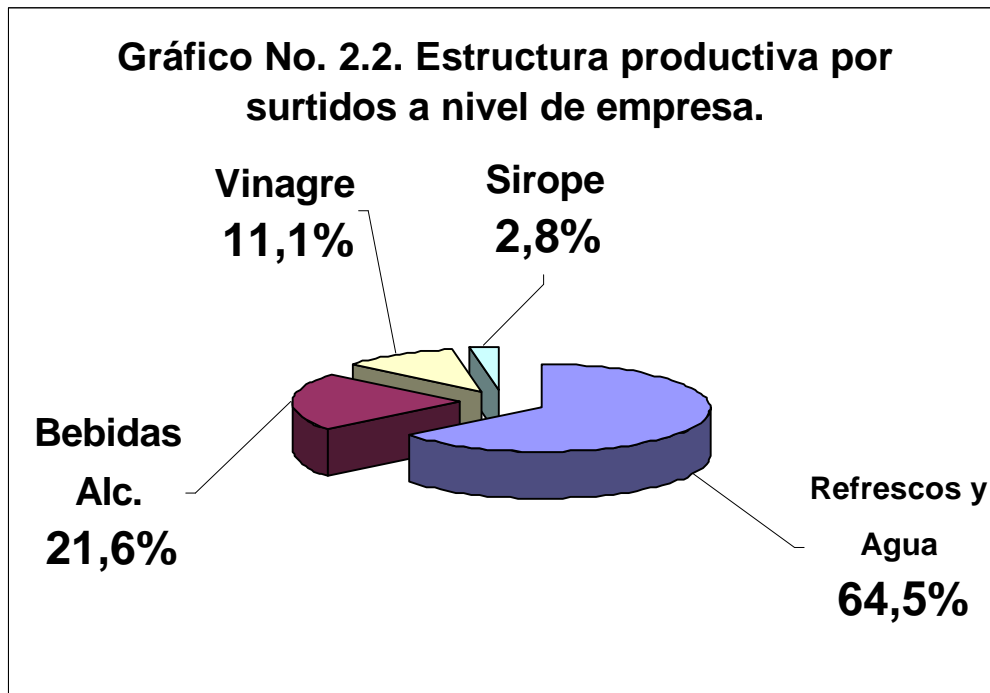
La Empresa comenzó sus producciones con una capacidad productiva instalada de 186 000 hectolitros. En los años 2005 y 2006 mantuvo una tendencia decreciente en unidades físicas y valores, pero, como se observa en el Gráfico No.2.1; en los años 2007-2008-2009 manifiesta ya crecimiento de los niveles productivos fundamentalmente de surtidos embotellados de vinagre, bebidas

alcohólicas y sirope, no siendo así para el refrescos y agua, por tecnología obsoleta y falta de envases para dicho surtido.

La Producción Mercantil manifiesta un incremento de un 18,8 % (24.4 Mp) con relación al promedio anual del período en cuestión; su estructura productiva se mantiene estable en sus valores porcentuales, solo varían la estructura por surtidos en dependencia de las condiciones creadas para realizar las producciones embotelladas. Actualmente la producción abarca 5 productos, en diferentes surtidos tanto embotellados como a granel, alcanzando volúmenes promedios de producción en más de 10787.07 hL., y 798.68 Mp mensual.



En el Gráfico No. 2.2; puede observarse la estructura productiva de la Empresa según los surtidos previstos, se destaca la producción de refrescos como producto de mayor representatividad con un 64.5 %, las bebidas alcohólicas en un 21,6 %, el vinagre en un 11,1 % y el sirope en un 2,8 %, no siendo casi representativa el agua, producto con otras perspectivas futuras.



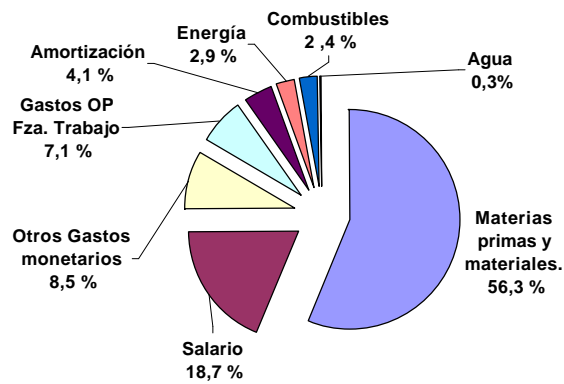
## 2.2 Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la Empresa

Esta empresa es considerada como gran consumidora de Portadores Energéticos, al tener entre sus unidades subordinadas la Planta de Hielo, que consume el 64.7 % del total de la empresa.

Como se observa en el Gráfico No. 2.3; la partida de gastos de energía no es de las de mayor peso en la estructura general de gastos, sin embargo, constituye una estrategia importante para mejorar la competitividad de la empresa, trabajar en su reducción, tomando en consideración que en los últimos años los precios de los portadores energético se han incrementado con relación a años anteriores en un 1.82 % y con futuros elevados dado al alza del petróleo a nivel internacional. Además esta es una de las pocas partidas con posibilidades reales de reducción.

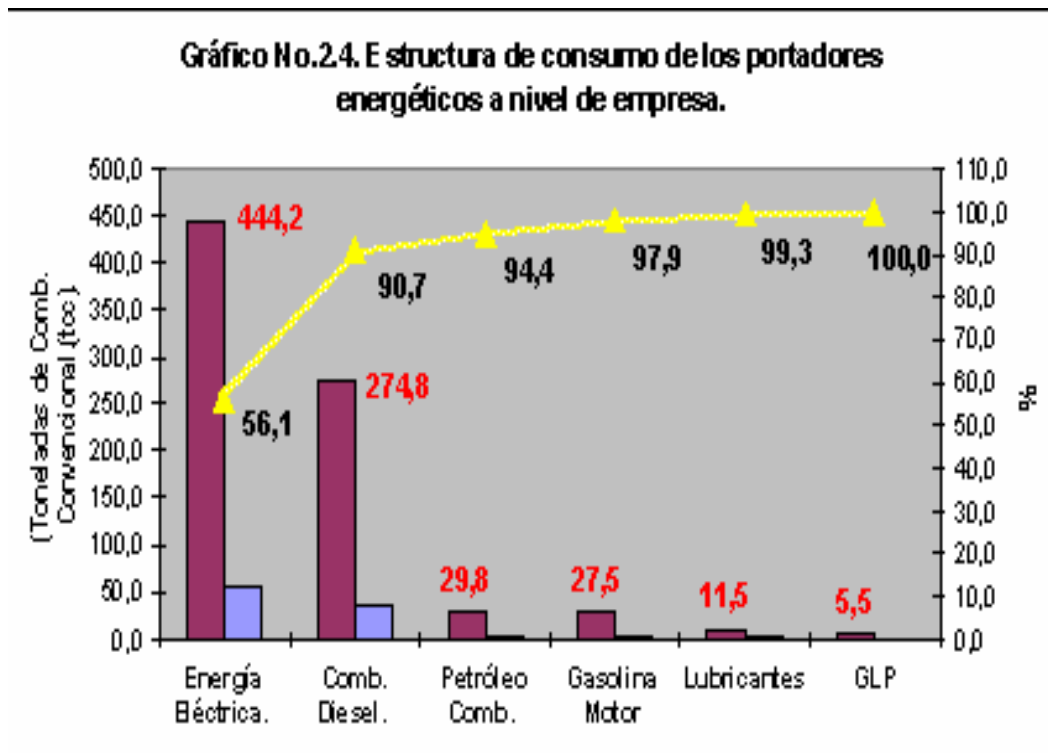
En la estructura de gastos de la empresa el componente portadores energéticos representa el 5,6 % del total, de ellos la energía eléctrica representa el 2,9 %, los Combustibles el 2.4 % y el Agua el 0.3 %

Grafico No. 2,3, Estructura de gastos a nivel de empresa.



### 2.3 Estructura de Consumo de Portadores Energéticos

En los últimos 3 años se consumieron un promedio de 793.3 toneladas de combustible convencional (tcc.) manteniendo la siguiente estructura de consumo. (Ver Gráfico No. 2.4;). En ella puede observarse como portadores más representativos: la energía eléctrica con un 56.1 %, y el combustible diesel directo e indirecto con un 34,6 %, teniendo ambos el peso fundamental al representar el 90.7 % del total del consumo.



#### 2.4 Indicadores de eficiencia energética

En la empresa se registran y analizan los indicadores de eficiencia energética, basado fundamentalmente en el comportamiento de los índices de consumo (MWh/hL y t/hL) e intensidad energética (tcc/Mp) a nivel de empresa y por surtidos de producción, los cuales se relacionan en la Tabla No.2.1.

Portadores.	U.M	Índice consumo.
Refrescos, Agua y Sirope.	Energía Eléctrica. (MWh/MhL)	3.784
	Comb. Diesel Directo. (t/MhL)	0.092
	Petr. Combustible. (t/MhL)	0.389
Bebidas Alcohólicas.	Energía Eléctrica.	0.426

	(MWh/MhL)	
Vinagre.	Energía Eléctrica. (MWh/MhL)	14.414
	Comb. Diesel. (t/MhL)	1.000
Hielo.	Energía Eléctrica. (MWh/t)	0.219
Transporte.	Comb. Diesel Indirecto. (t/MhL)	2.178
	Gasolina Motor. (t/MhL)	0.657
Encendido de caldera, Cocina y Laboratorios.	Gas Licuado del Petróleo.  (t/MhL)	0.028

## 2.5 Situación de la Empresa en materia de Gestión Energética

Los elementos principales que caracterizan la gestión energética de la empresa son:

- ✍ En las áreas de mantenimiento o administrativas de cada unidad se registran diariamente los consumos energéticos.
- ✍ Se utilizan los índices de consumo físicos por surtido de producto, en las fábricas altas consumidoras como se resume en la tabla anterior.
- ✍ Está identificado el personal que directamente influye en los altos consumos, aunque no se tienen definido los principales puntos y áreas grandes consumidores, ni se controlan puntualmente.
- ✍ Existe deficiente estado técnico de los medios de medición y en muchos lugares se carece de los mismos.
- ✍ No existen mecanismos de estimulación por el ahorro de agua y energía.



- ✍ Bajo nivel de concientización general sobre la importancia del ahorro de energía.
- ✍ Bajo nivel de capacitación en la temática de eficiencia energética en directivos, técnicos y obreros en general.

En general se puede apreciar que la empresa no logra un desarrollo efectivo de la gestión energética que posibilite el mejoramiento continuo y la reducción de los gastos por este concepto y por ende un mejoramiento de su eficiencia energética y económica.

## 2.6 Comportamiento energético de la empresa en los últimos dos años. Análisis de tendencias

De forma general, a pesar de no contar con los métodos adecuados para una gestión energética efectiva, la empresa refleja buen comportamiento de algunos de sus indicadores energéticos. No obstante se manifiestan deterioros en el consumo de energía eléctrica en algunos surtidos tales como: hielo, refrescos y vinagre, lo que se detalla en el siguiente epígrafe.

### 2.6.1 Energía eléctrica: Estructura de consumo y principales dependencias altas consumidoras

La empresa recibe el servicio de este portador a partir de contrato anual con la Organización Básica Eléctrica en el territorio, la tarifa aplicada a la misma varía según la carga instalada, en el caso de los centros productivos.

M.1.A. Tarifa de media tensión con actividad continua. Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados como de media tensión con actividad de 20 horas o más. (TODOS LOS CENTRO PRODUCTIVOS).

Donde se factura a:

\$5.00 mensual por cada kWh., de máxima demanda contratada en los horarios de día y pico comprendido entre las 6.00 y las 22.00 horas.

\$0.083 por cada kWh. Consumido en horario pico.

\$ 0.042 por cada kWh. Consumido en horario del día.

\$ 0.028 por cada kWh. Consumido en horario de la madrugada.

B.1 Tarifa general de baja tensión: Se aplica a todos los servicios de consumidores clasificados de baja tensión que no sean consumidores residenciales nacionales.

Donde se factura a:

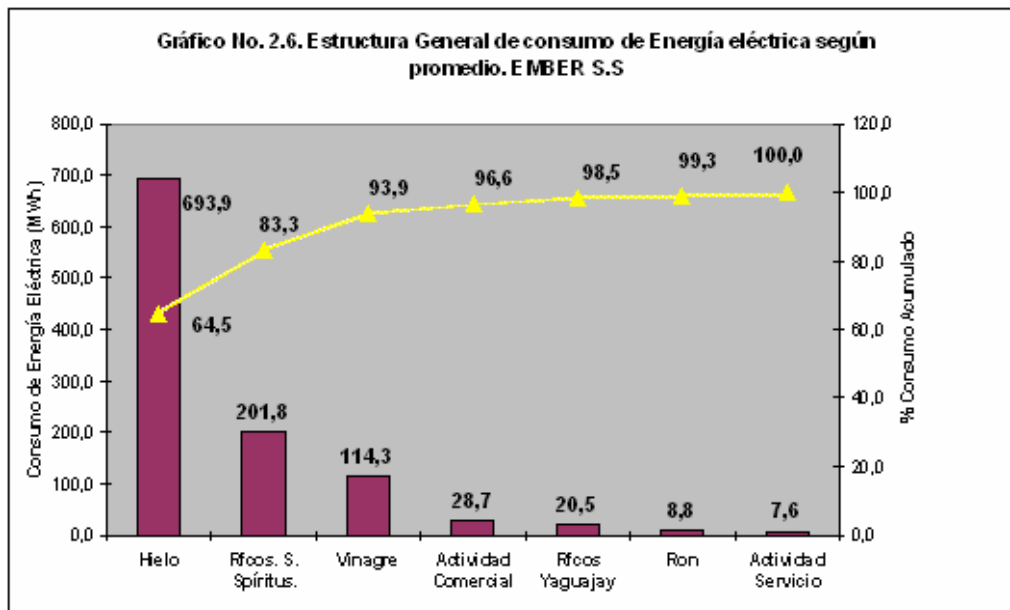
\$ 0.0944 por cada kWh consumido.

2.6.2 Estructura de consumo. Principales dependencias altas consumidoras de energía eléctrica

Al cierre del año 2009 la Empresa mantiene una estructura de consumo muy estable, delimitada entre los consumos de los establecimientos altos consumidores (Centro Productivos) y pequeños consumidores (Centros Comerciales y de Prestación de Servicios), los primeros comprenden el 93.9 % del consumo total, los segundos el 3.3 % y los últimos el 2.8 %.

En el Gráfico No.2.5; pueden observarse los consumos promedios de la empresa en los últimos 3 años. Los centros productivos comprenden casi el total del consumo de energía eléctrica de la empresa: la Planta de Hielo representa el 64.5 % del total, la Planta de Refrescos el 18.8 % y la Fábrica de Vinagre el 10.7 %, totalizando más del 93.0 % del total del consumo de dicho portador.

A partir de esta información se identifica como unidad más representativa del consumo general de energía eléctrica la Fábrica de Hielo y, por tanto, hacia donde deben encaminarse los mayores esfuerzos para lograr la reducción del consumo energético y los costos productivos de los productos que allí se elaboran y comercializan.



## 2.7 Caracterización energética en la unidad más representativa del consumo general de energía eléctrica: Planta de Hielo

### 2.7.1 Planta de Hielo. Estado Actual

La Planta de Hielo abastece al 70 % de los consumidores de la provincia. Por las características de nuestro clima el hielo es casi una necesidad vital, tanto por las ofertas gastronómicas como para el uso en comedores y en la preservación de productos tan sensibles como el picadillo extendido que la Empresa Cárnica produce. En varias ocasiones también ha sido necesaria la entrega al Combinado Lácteo para la preservación de la leche, por roturas imprevistas de su sistema de refrigeración.

Las entregas se comportan de la forma siguiente:

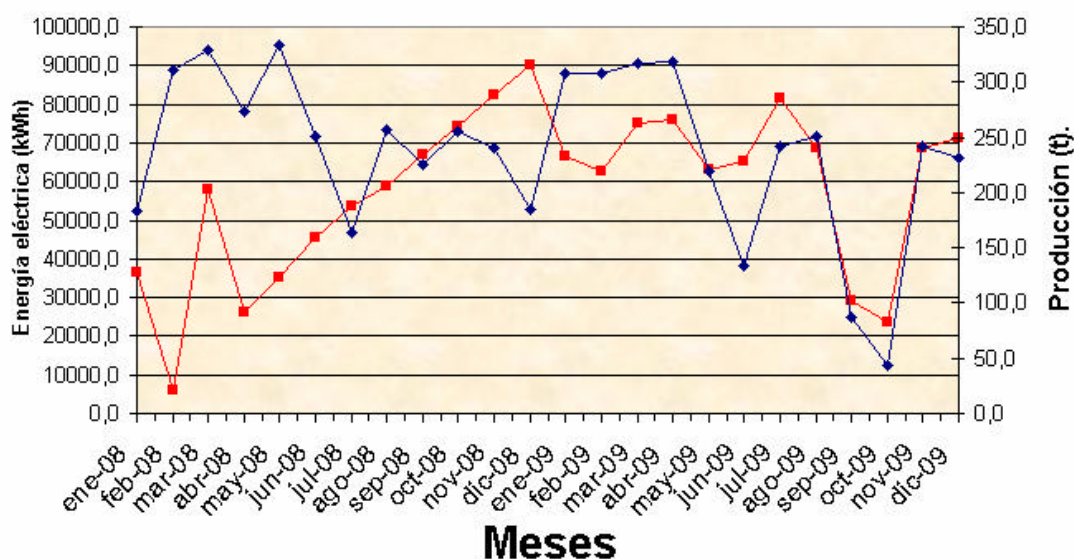
- ? MINAZ: 2950 t/ año (30 %), destinado a comedores y directo al campo a las brigadas cañeras.
- ? Empresa Comercio y Gastronomía: 1152 t/año (11 %), destinado a equipos de bebidas dispensadas, granizados y en ventas directas a la población.

- ? Empresa Cárnica: 922 t/año (10 %), usado como materia prima en la Industria.
- ? Empresa de Recreación y Turismo: 922 t/ año (10 %), con destinos a merenderos y restaurantes.
- ? Empresa de la Construcción: 830 t/ año, con destino a comedores obreros y brigadas a pie de obra.
- ? Empresa de la agricultura: 415 t/ año (4.5 %), con uso para comedores obreros y directamente a brigadas en el campo.
- ? Educación Provincial: 368.7 t/ año (4 %), con destino a comedores estudiantiles y Círculos Infantiles.
- ? MININT: 184 t/ año (2 %), con uso como materia prima, en brigadas agrícolas y en la construcción.
- ? Salud Pública: 93 t/ año (13 %), con variados usos.
- ? Otras organizaciones: 1336 t/ año (13 %), con variados usos.

Estos niveles de entrega se corresponden con la posibilidad de producción actual, porque la planta solo está a un 29.3 % de su capacidad instalada y con estos niveles no se satisfacen la demanda total de la provincia.

En el Gráfico No.2.6; puede observarse la correspondencia entre el consumo de energía eléctrica y la producción en unidades físicas durante el período Enero 2008 a Diciembre 2009, en el que se manifiesta una proporcionalidad entre ambas curvas, lo que denota un buen comportamiento del índice de consumo de forma general. No obstante en el primer trimestre 2008, se refleja disparidad entre las variables por decrecimiento del consumo de energía eléctrica e incremento de las producciones en unidades físicas dado fundamentalmente por paralización durante el período del Taller Fabril y la Sopladora de Envases Pet.

**Gráfico No.2.6. Electricidad y Producción vs Tiempo. Año. 2008-2009  
Planta de Hielo. Sancti Spiritus.**



### 2.7.2 Impacto de los portadores energéticos en los costos totales de la Planta de Hielo

En la Planta de Hielo de Sancti Spíritus se utilizan los siguientes portadores energéticos: energía eléctrica, agua y lubricantes de refrigeración, los que en su conjunto representan un consumo de 300 tcc anuales, según los datos obtenidos de la estadística oficial de este centro. A continuación las Tablas 2.2 y 2.3 muestran la estructura de consumo y de gastos de portadores energéticos al cierre del año 2009.

Portador.	U.M.	Consumo	TEP	% Eq.	% Acum.
Energía eléctrica	MWh	751.6	279.7	98.0	98.0
Grasas y Lubricantes	T	6.3	6.3	2.0	100.0
Agua	m <sup>3</sup>	25830			

Tabla No. 2.3. Estructura de Gastos de dichos portadores cierre del 2009.						
Portador	U.M	Consumo	Precio. (\$)	Gastos (MP)	% del total	%
E. Eléctrica	MW	751.6	157.77	118.6	76.8	76.8
Agua	m <sup>3</sup>	25830	CUP: 0.30; CUC: 0.60*	23.5; 6.8*	15.2; 4.4*	92.0; 96.0
G. y Lub.	t	6.3	880.54	5.5	3.6	100
				154.4		
Para el caso del agua (*) especifica, los sobreconsumos que han generado gastos en CUC a la empresa.						

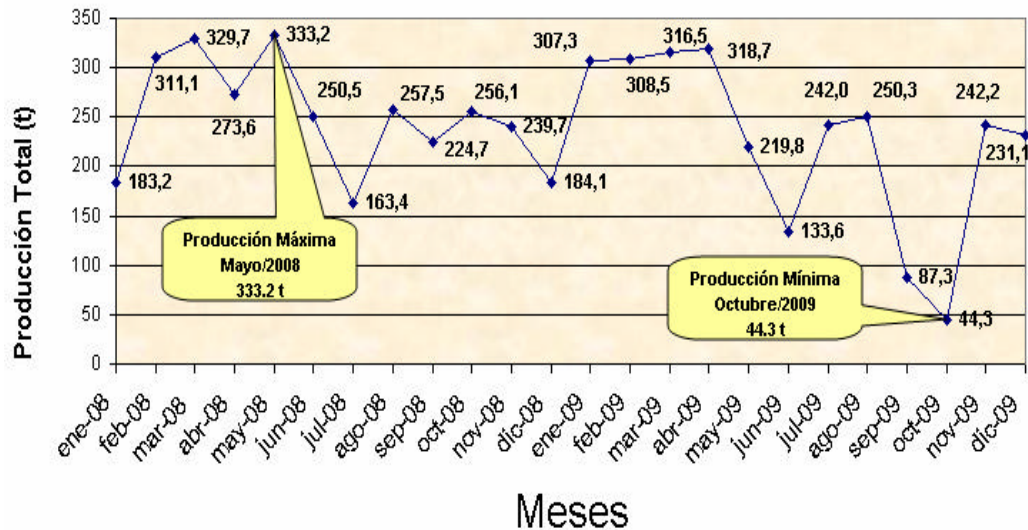
Como se observa en ambas tablas, la energía eléctrica representa más del 85 % del total en los consumos y los gastos de portadores energéticos en el centro, lo que corrobora el análisis realizado a nivel de empresa.

### 2.7.3 Caracterización energética de la planta

En el último período las producciones han tenido una tendencia decreciente en volúmenes como se observa en el Grafico No. 2.7, donde fluctúan entre las 44,3 t y las 333.2 t como record mínimo y máximo de producciones, provocado fundamentalmente por el mal estado técnico de los compresores de frío, además

de los altos consumo de energía eléctrica, por lo que las producciones promedio alcanzadas son de 237.85

Gráfico No.2.7. Control de la Producción. Años 2008-2009.  
Planta de Hielo Sancti Spiritus.



t/ En el Gráfico No. 2.8; podemos observar el comportamiento del consumo de energía eléctrica con valores máximos y mínimos alcanzados y su promedio anual de energía eléctrica es 57 733,375 kW que representa el 64,5 % y su producción mercantil representa el 3,6 % del consumo total de la empresa, siendo el índice de consumo real promedio obtenido de 270,696777 kW. /tonelada de hielo producido.

Las plantas de hielo de tecnología Búlgara con que se cuenta, debe tener un índice de consumo energético de 95 kWh. /t. de hielo producido, cuando su equipamiento responde a un estado óptimo de toda la instalación, por tal afirmación definida en bibliografía consultada anteriormente y observando en el Gráfico No. 2.9 que en el período 2008 se reduce en un 18.0%; y 2009 se deteriora en un 95.6% con respecto al promedio, por este concepto se incrementa el consumo de energía eléctrica entre ambos período en 85.5 MW.

Gráfico No. 2.8. Control del Consumo de Energía Eléctrica Año 2008-2009  
Planta de Hielo Sancti Spiritus.

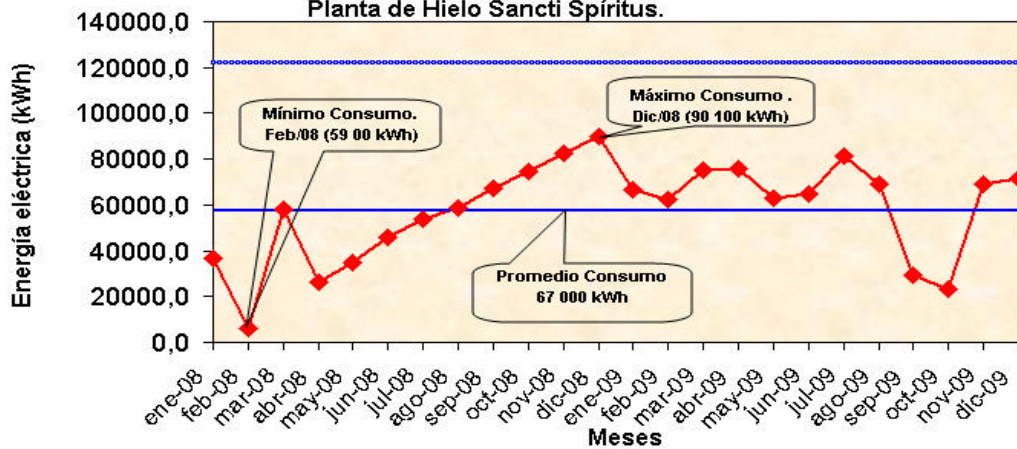
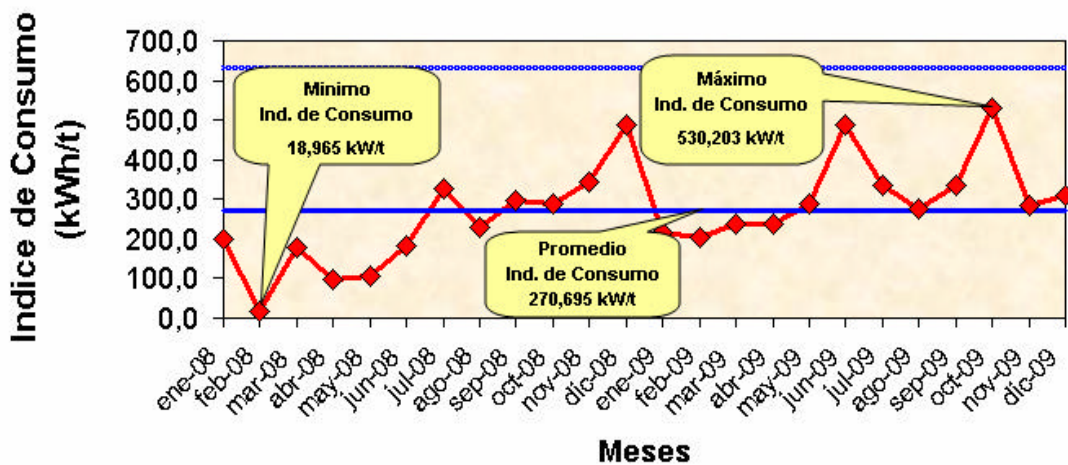


Gráfico No. 2.9. Control del Índice de Consumo Año 2008-2009  
Planta de Hielo Sancti Spiritus.



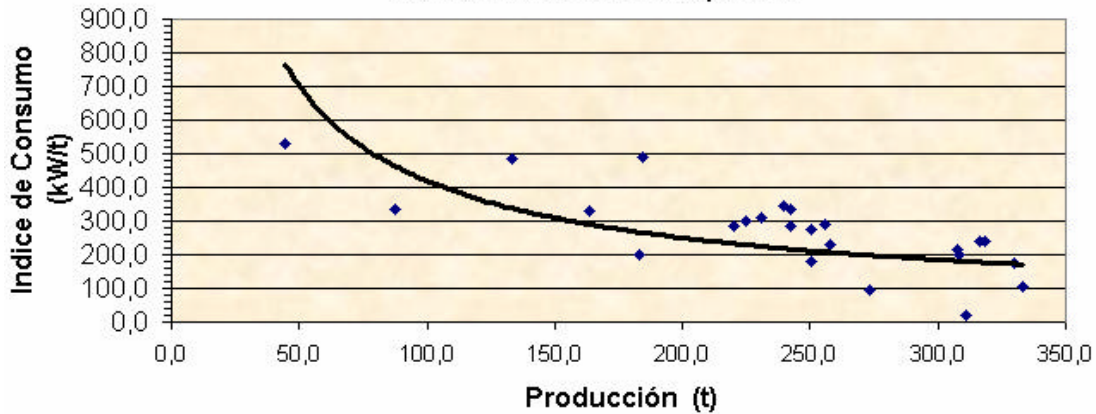
Por tales motivos es necesario buscar oportunidades de ahorro, para la disminución y mejora de dicho indicador que según promedio obtenido para el período en estudio representan 57 733.4 kW mensual, que al año representan 645 067.4 kW, si se planifica un mantenimiento adecuado en determinado mes del año que su consumo es aproximadamente los 10 000.0 kW.

El Gráfico 2.9 muestra como el índice de consumo aumenta al disminuir la producción realizada, esto se debe a que aumenta la influencia de la energía no



asociada a la producción respecto a la energía productiva, existiendo un punto crítico donde comienza a elevarse significativamente el índice de consumo para bajas producciones.

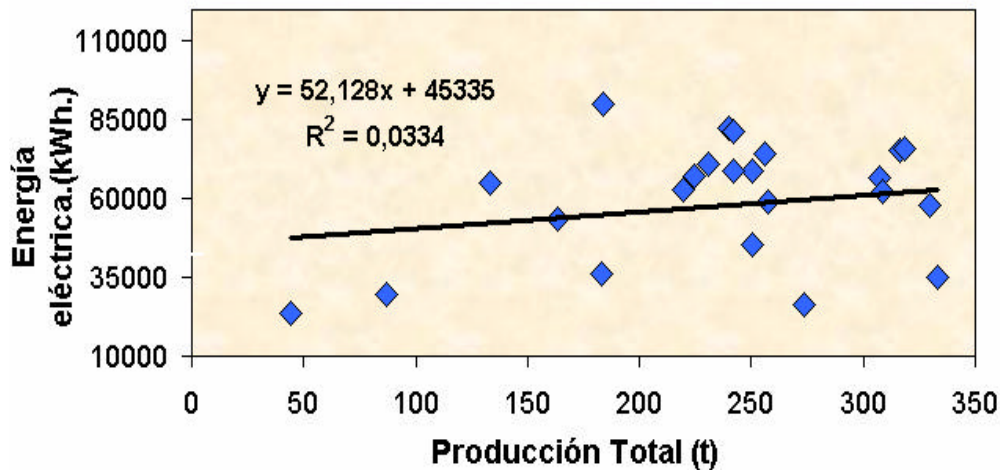
**Gráfico No. 2.9. Índice de Consumo de Energía eléctrica vs Producción.  
Año 2008-2009  
Planta de Hielo. Sancti Spiritus.**



Se observan valores del IC por debajo de la curva que representa el comportamiento del índice durante el periodo de referencia comparativa, indicando un incremento de eficiencia del proceso; no siendo así en la mayoría de los casos que tiende en aumentar el índice de consumo sobre la curva).

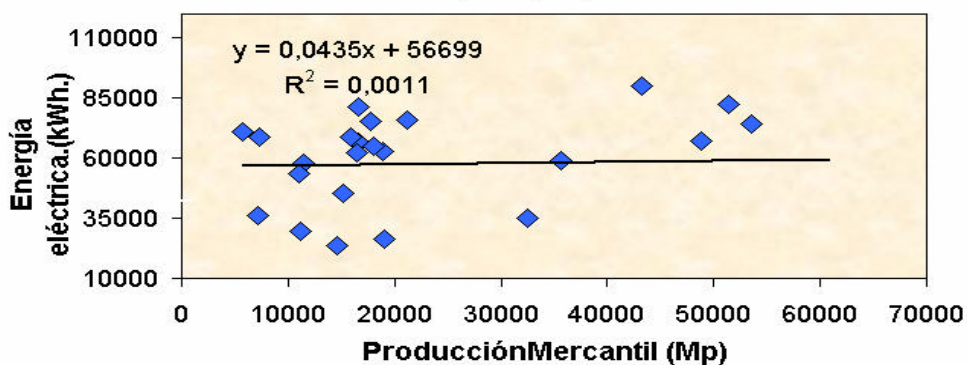
El Gráfico 2.10 muestra la relación Producción de Hielo vs. Energía Eléctrica, destacándose el bajo coeficiente de correlación obtenido:  $R^2 = 0,0334$ . La literatura consultada en los trabajos realizados por el CEEMA refiere como inadecuados un  $R^2$  inferior a 0.75, lo que indica una débil correlación entre los parámetros representados.

Gráfico No. 2.9. Diagrama de Correlación de  
Energía eléctrica vs Producción total. Año 2008-2009  
Planta de Hielo Sancti Spíritus.



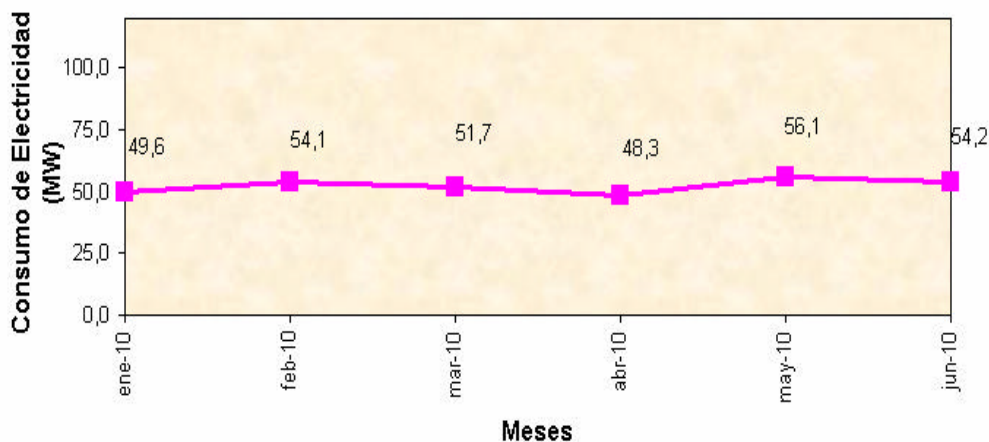
El siguiente gráfico 2.10a muestra la correlación entre Producción Mercantil Total de la Fábrica (contabiliza económicamente, el depósito de ron a granel, los envases soplados, la fabricación y recuperación de piezas en el taller fabril y la producción física de hielo). Los resultados mostrando también un bajo índice de correlación entre estos parámetros, lo que confirma la influencia de otros factores ajenos a los niveles de actividad y valores económicos obtenidos tales como: pobre disciplina tecnológica por la inestabilidad en los procesos productivos que se realizan y la influencia de la temperatura ambiente en las áreas de producción de hielo.

Gráfico No. 2.10.a. Diagrama de Correlación de  
Energía eléctrica vs Producción Mercantil total. Año 2008-2009.  
Planta de Hielo Sancti Spíritus y dependencias subordinadas.



A continuación podemos observar la tendencia del consumo de energía eléctrica, para el período Enero-Junio/2010 tomando como base el valor reflejado del período 2008-2009 donde vemos las probabilidades de consumo de hasta los 52.3 MW promedio mensual que al año aproximadamente son 585.7 MW, con una disminución de 107.1.MW del año 2010 con respecto al período base.

**Gráfico No. 2.11. Tendencia del Consumo de Energía eléctrica Enero-Junio 2010  
Periodo Base 2008-2009.  
Planta de Hielo. Sancti Spiritus.**



#### 2.7.4. Estructura de Consumo por áreas y puntos clave.

Desde el año 2005 se trabaja la política energética en la empresa en general y por supuesto en esta planta como incidente fundamental dentro del consumo de energía eléctrica, sobre la base del concepto de Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en la industria.

En el concepto de conservación de energía, se relacionan todas las medidas dirigidas a racionalizar su utilización, teniendo como objetivo fundamental la obtención de un óptimo rendimiento energético, sin detrimento de la productividad en cada proceso.

El ahorro de energía, si bien no representa una fuente de energía en sí, se acostumbra a considerarla como tal, ya que ofrece la posibilidad de más servicios

energéticos, que es equivalente a disponer de más energía. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en los recursos naturales y en la emisión de contaminantes incluidos el dióxido de carbono.

La modernización tecnológica de esta entidad ha estado estrechamente relacionada con la implantación y desarrollo de un sistema de administración de la energía caracterizado fundamentalmente por la búsqueda y creación de mecanismos para reducir los consumos, disminuir los costos energéticos y aportar beneficios al balance del impacto ambiental asociado al uso de la energía y el agua.

Entre las tareas desarrolladas esta, la realización de cálculos y diagnósticos energéticos, vinculación de un grupo de trabajadores a los resultados energéticos de la fábrica, capacitación de los trabajadores vinculados a las actividades relacionadas con el tema energético, control diario de los parámetros energéticos y de producción de la fábrica, estricto control sobre el uso de energía eléctrica y agua. La planta demanda el 64,5 % de la de energía eléctrica total; Agua y Lubricantes de refrigeración para dar cumplimiento al desarrollo de su actividad productiva, los mismos representan 300 tcc, según estadística oficial de este centro, manifestando una estructura de consumo y gastos de portadores energéticos al cierre del año 2009, representadas en las tablas No. 2.2 y 2.3; donde la energía eléctrica representa más del 85 % del total en los consumos y los gastos de portadores energéticos en el centro, por lo que el análisis ha seguir se concentrará en este portador,

Tabla No. 2.2. Estructura de consumo al cierre del 2009.					
Portador.	U.M.	Consumo	TEP	% Eq.	% Acum.
Energía eléctrica	MWh	751.6	279.7	98.0	98.0
Grasas y Lubricantes	T	6.3	6.3	2.0	100.0

Agua	m <sup>3</sup>	25830			
------	----------------	-------	--	--	--

Tabla No. 2.3. Estructura de Gastos de dichos portadores cierre del 2009.						
Portador	U.M	Consumo	Precio. (\$)	Gastos (MP)	% del total	%
E. Eléctrica	MW	751.6	157.77	118.6	76.8	76.8
Agua	m <sup>3</sup>	25830	CUP: 0.30; CUC: 0.60*	23.5; 6.8*	15.2; 4.4*	92.0; 96.0
G. y Lub.	t	6.3	880.54	5.5	3.6	100
				154.4		
Para el caso del agua (*) especifica, los sobreconsumos que han generado gastos en CUC a la empresa.						

Y partir de la tabla No. 2.4 del anexo 2.1; el trabajo debe ir encaminado hacia las área altas consumidoras que representan más del 85 % del consumo en cada una de las subdivisiones que componen la estructura de consumo del centro ellas son: Sala de Refrigeración y Línea de producción de Hielo, Sistema de aire para soplado y línea de soplado en el Depósito y máquinas herramientas en Taller Fabril, y es precisamente en ellas donde podemos lograr disminuir el consumo de energía eléctrica al establecer un Programa de ahorro y uso racional de la energía, el cual garantice un reordenamiento de las capacidades instaladas.

#### 2.7.5 Puntos Claves. Índice de Consumo

#### 2.7.5.1 Determinación de los Puntos Claves

Ya definidas anteriormente las áreas claves a trabajar, se observan en la tabla No. 2.5 del anexo 2.2, en cuáles puntos será necesario trabajar en el centro, con el objetivo de definir los puntos claves que inciden en dichos consumos, cumpliendo con el procedimiento establecido por la TGTEE de agrupar aquellos portadores que representan más del 85 % del consumo de combustible equivalente total.

Fueron seleccionados, por el impacto que representan en el consumo de energía eléctrica (más del 85 %), 12 puntos clave, (señalados en color negro más claro), ellos comprenden la composición estructural de las 5 áreas claves seleccionadas anteriormente que se muestran en la tabla anterior.

#### 2.7.5.2 Determinación de los Índices de consumo de cada Punto Clave.

Los índices de consumo mostrado en la última tabla No. 2.6 del anexo 2.3, fueron obtenidos a partir de datos estadísticos y controles operacionales de las diferentes áreas de trabajo, así como del control de los parámetros tecnológicos establecidos en cada uno de los procesos productivos, con los medios de medición existentes, la carencia de los mismos y las referencias internacionales, no permiten establecer objetivamente índices más próximos a los reales obtenidos, relacionados en la anterior tabla mencionada.

#### 2.7.5.3 Identificación del personal que directamente influyen en las áreas y puntos clave.

En este proceso, ya se tienen definido un grupo de áreas claves y a ellas vinculados los puntos y equipos mayores consumidores, para un total de 5 áreas mayores consumidoras y 12 puntos claves, estos cuentan con índices de consumo estimados en muchos casos, debido a la carencia de medios de medición y control, y un sistema organizativo que garantice su funcionamiento no obstante se identifica el personal directamente vinculado a los mismos relacionados a continuación.

Personal vinculado a las áreas y puntos clave.

- ? Administrador de Comb. S.S.
- ? Jefe de Mantenimiento Comb. S.S.
- ? Técnico de Mantenimiento Comb. S.S.
- ? Jefe de Planta de Hielo.
- ? Jefe Depósito de Cerveza y Ron Granel.
- ? (2) Operario de Taller. Fabril.
- ? Trabajador. Jefe Brigada de Soplado de envases.
- ? (4) Operario de Refrigeración.
- ? Energético de la Empresa.

Independientemente de estas limitaciones, para este portador energético debe establecer un sistema de control con las lecturas tomadas por los propios operadores vinculados a varios de los puestos claves que permite elaborar un parte donde aparecen los indicadores de consumo que serán analizados semanalmente en los consejillos de producción, que lo obstaculiza la falta de medios de medición necesarios para ello.

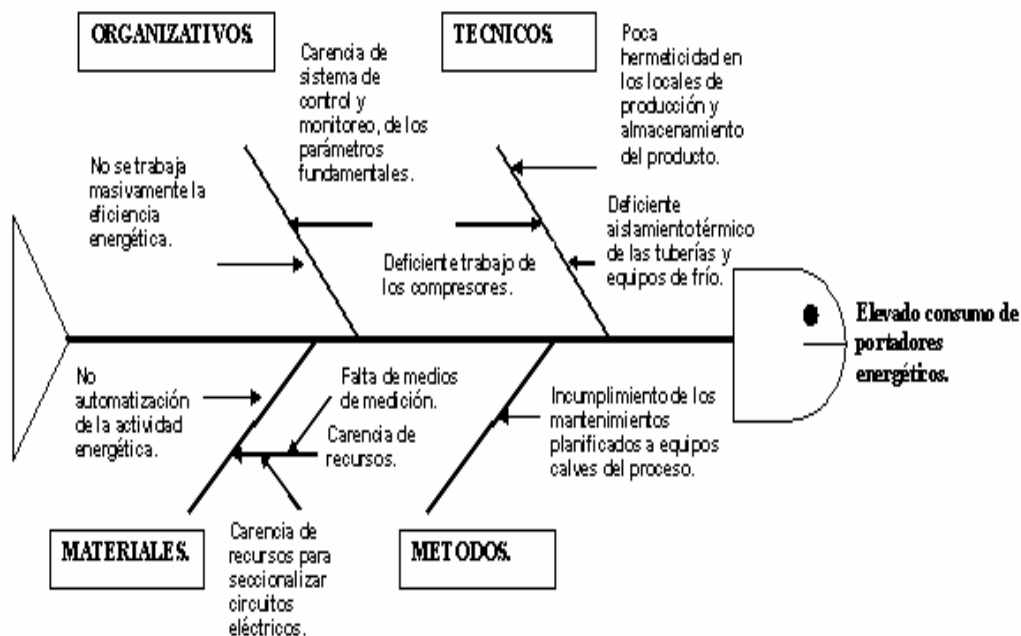
Ya identificados 13 trabajadores que inciden en estos altos consumos de ellos: 7 operarios (de ellos 2 con cargos), 5 jefes inmediatos (de ellos 3 dirigentes) y 2 técnicos, que deciden en los consumos y costos energéticos, así como se ha vinculado al personal administrativo y del Consejo de Dirección de la entidad y Empresa, al comportamiento de estos índices, lo que influye directamente en su estimulación salarial

En los últimos años se han desarrollado en nuestra Empresa varios análisis, encuestas, (referidas en anexos 2. 4) y diagnósticos de oportunidades de ahorro

de energía, que ha posibilitado obtener una relación de problemas y una lista de posibles soluciones.

La confección de un diagrama causa y efecto representado en la Fig. 2.1., permitió identificar las principales causas de los sobreconsumo de los Portadores energéticos.

**Fig. 2.1 Diagrama de Causas y Efectos que identifican los principales problemas energéticos.**



Ya a partir de la implementación de la TGTEE, nos proponemos garantizar varias posibilidades de lograr en dicha planta los siguientes objetivos:

- Disminución de los consumos eléctricos de la instalación por tonelada de hielo producida. (kW/t)
- Disminuir los consumos excesivos de materias primas e insumos fundamentalmente: agua, amoníaco, hipoclorito de sodio, sal común, aceite de refrigeración.



- Automatización del proceso.

#### 2.7.6 Caracterización de la empresa respecto a la gestión energética

En los últimos años se han desarrollado en la Empresa varios análisis relacionados con esta temática, indicados por el Organismo Superior así como por entidades provinciales, los que han posibilitado identificar la situación que se describe a continuación:

? Se conoce la estructura de consumo de los portadores energéticos a nivel de empresa y de áreas de producción, así como su impacto en los costos, pero no se ha alcanzado el adecuado control por áreas, sistemas y equipos mayores consumidores, dada la falta de medios de medición.

? Existen indicadores de eficiencia energética a nivel de empresa y de la unidad, pero su desagregación a nivel de áreas, sistemas y equipos mayores consumidores, se realiza de forma teórica por no contar con los medios de medición.

? Se han realizado inspecciones y diagnósticos energéticos preliminares y se han identificado algunas oportunidades de ahorro; pero no se acomete de forma sistemáticas el cumplimiento de las medidas que se generan al respecto.

? No se logra la participación y apoyo de todo el personal para la elevación de la eficiencia energética.

? La instrumentación es insuficiente y en algunos casos no se encuentra en condiciones de ser utilizada.

En las encuestas aplicadas a dirigentes y técnicos fueron señalados como factores más negativos que influyen sobre la eficiencia energética

? Mal estado técnico de los equipos.

- ? Mecanismos de asignación de los portadores energéticos.
- ? Insuficiente grado de instrumentación y automatización.
- ? Tecnología atrasada y alta consumidora.

### 2.7.7 Diagnóstico de recorrido

Los principales problemas detectados en el diagnóstico de recorrido son:

- ? Mal estado técnico de los 2 compresores AU-200 con más de 28 años de explotación y falta de piezas de repuesto.
- ? Altos consumos de aceite de refrigeración
- ? Alta presión de condensación (hasta  $16,0 \text{ kg/cm}^2$ , cuando el valor normal es de  $12 \text{ kg/cm}^2$ ).
- ? Incrustaciones en el condensador.
- ? Salideros de refrigerante amoniaco.
- ? Altas temperaturas en el agua de llenado de los moldes por falta de preenfriador.
- ? Mal estado del 100% de los moldes de hielo.
- ? Falta del 23.5 % de las tapas del banco de salmuera.
- ? Mal estado técnico de los 2 revolvedores de salmuera por poca durabilidad del enrollado de los motores
- ? Falta de controles automáticos en el proceso.
- ? Bajo factor de potencia por falta de CKVAR en el banco de capacitores que provocan carga libre en el sistema no compensada.

Por todas estas razones en las condiciones actuales de explotación se incurre en gastos excesivos del presupuesto de materias primas y materiales en el orden de los 15 587.46 pesos anuales.

Para lograr reducir los mismos, se proponen oportunidades de ahorro que en el transcurso de un año reducen el consumo promedio anual de la planta, teniendo en cuenta información suministrada por el fabricante, bibliografía consultada en el Capítulo 1.

#### 2.7.8 Oportunidades de ahorro

- ? Sustitución de los compresores AU-200 por otros de tecnología más moderna.
- ? Reducción de la presión de condensación de 16,0 a 12,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- ? Sustitución de tapas del banco de producción de hielo.
- ? Mejora la disciplina tecnológica y de mantenimiento preventivo de los equipos fundamentales para eliminar salideros de refrigerante, correcto funcionamiento de revolventoras, adecuada temperatura del agua a moldes de hielo, etc.

El conjunto de oportunidades de ahorro energía eléctrica se estima representan aproximadamente unos 260.8 MWh al año, lo que equivale a 25 260.16 CUC/año.

#### Conclusiones Parciales

1. En la estructura de gastos de la Empresa Bebidas y Refrescos Sancti Spíritus el componente Portadores Energéticos representa el 5,3 % del total, de ello la energía eléctrica representa el 2,9 %, los combustibles el 2.4 % y el agua el 0.3 %. Aunque la partida de gastos de energía no es de las de mayor peso en la estructura general de gastos, resulta pertinente trabajar en su reducción para mejorar la competitividad de la empresa a partir del incremento sostenido del precio los portadores energéticos en los últimos años.
2. La estructura de consumo de portadores energéticos de la Empresa Bebidas y Refrescos Sancti Spíritus muestra como portadores más

representativos: la energía eléctrica con un 56,1 % y el combustible diesel (directo e indirecto) con un 34,6 %, teniendo ambos el peso fundamental al representar el 90,7 % del total del consumo.

3. Respecto al consumo de energía eléctrica, la estructura de consumo por establecimientos, muestra que la Planta de Hielo representa el 64.5 % del total, la Planta de Refrescos el 18.8 % y la Fábrica de Vinagre el 10.7 %, totalizando estos centros productivos más del 93.0 % del total del consumo de dicho portador. Por ello resulta pertinente encaminar el estudio hacia la reducción del consumo de electricidad en la Planta de Hielo.
4. La caracterización energética de la Planta de Hielo realizada utilizando las herramientas de la TGTEE permitió determinar las áreas y puntos clave de mayor consumo energético, el desempeño histórico de los índices de consumo e identificar un grupo de oportunidades de ahorro para reducir los consumos de energía eléctrica que se estima representan hasta un 33.9 % del consumo actual de la empresa.

## **CAPITULO III PROYECTOS DE MEJORA DE AHORRO Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN LA PLANTA DE HIELO**

La caracterización energética de la Planta de Hielo realizada en el capítulo anterior permitió identificar dentro de las áreas mayores consumidoras de energía eléctrica la referida al sistema de refrigeración (56.1 % del total) y posteriormente, a través del diagnóstico de recorrido, los principales problemas que afectan el mismo, dentro de los que se destacan:

- ? Mal estado técnico de los compresores de refrigeración.
- ? Alta presión de condensación.
- ? Ensuciamiento del condensador.
- ? Falta de tapas de los moldes de hielo

A partir de ahí se identificaron las principales oportunidades de ahorro que serán desarrolladas en este capítulo mediante la evaluación técnica y económica de los siguientes proyectos de mejora de ahorro y uso racional de la energía en la Planta de Hielo.

3.1 Proyecto de sustitución de los compresores AU-200 por otros de eficiencia superior.

### 3.1.1 Descripción del Sistema

El sistema de refrigeración instalado en la Planta de Hielo se muestra en la fig. 3.1. El mismo utiliza amoníaco anhidro (R717) como fluido refrigerante primario y tiene una capacidad de refrigeración de 47.87 TR, suficientes para producir 17.4 toneladas de hielo al día en los bancos de producción de hielo mediante un refrigerante secundario: salmuera.

El esquema técnico de la instalación está formado por 10 equipos: Recibidor de amoníaco (A), Válvula de expansión (B), Separador de aceite (C), Evaporador (D),

Compresor de frío (E), Motor del Compresor (F), Condensador (G), Torre de Enfriamiento Autoventilada (H), Bomba de agua tratada (I) y Motor de Bomba (J).

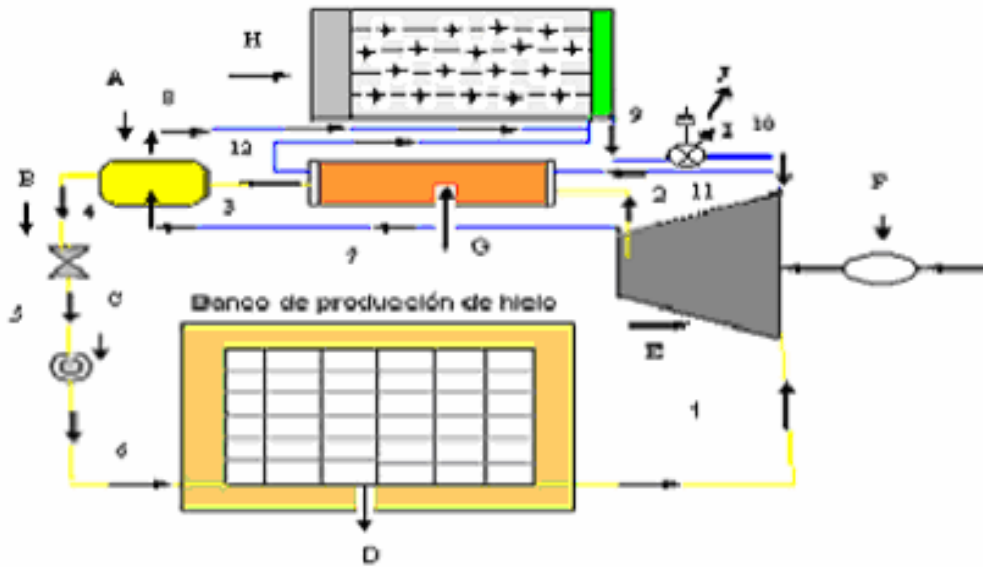


Fig. 3.1 Diagrama físico actual del sistema de refrigeración de la Planta de Hielo Sancti Spiritus. EMBER. S.S.

Agua tratada. ■ Amoniaco. ■

Características Técnicas de los componentes principales:

Compresor

Marca: AU-200

Modelo: AD 101 10T.

Tipo: Alternativo o recíprocante

Año de fabricación: 1975.

Año de puesta en marcha: 1978.

Potencia instalada del motor: 55 kW.

r.p.m: 700

Capacidad: 168.514 kW (145 000 Kcal/h que equivalen a 47.87 TR).

Tipo refrigerante: NH<sub>3</sub>

Presión de Condensación diseño: 1274.86 kPa abs (12.0 kg/cm<sup>2</sup> man)

Temperatura de Condensación: 33 °C

Presión de Evaporación: 245.16 kPa abs (1.5 kg/cm<sup>2</sup> man)

Temperatura Evaporación: - 14 °C.

Número unidades: 2

La etapa de compresión está conformada por dos compresores AU-200 en paralelo pero para la producción solo es necesario uno, el otro se mantiene de repuesto. El control de ambos compresores se realiza automáticamente desde un sistema maestro de control. Los compresores son enfriados con agua tratada.

#### Condensadores

Modelo: KK63 (3) y KTB-75 (1)

Tipo: horizontales de tubo y carcaza

Año de fabricación: 1975.

Año de puesta en marcha: 1978.

Capacidad de intercambio: 304.6 kW

Área de intercambio: 0.84 m<sup>2</sup>

Presión de trabajo: 1863.264 kPa abs (18.0 kg/cm<sup>2</sup> man)

Presión de prueba: 2745.862 kPa abs (27,0 kg/cm<sup>2</sup> man)

Numero de unidades: Cuatro, conectados en paralelo.

#### Evaporadores

Tipo: Serpentin, instalados en el interior del banco de producción de hielo con circulación de salmuera sódica

Capacidad total: 168.58 kW.

#### Torre de enfriamiento

Tipo: Autoventilada, tiro directo.

Edificación: concreto.

Largo: 4.50 m

Altura: 4.70 m

Altura de intercambio con el medio: 3.70 m

Altura de tiro 1.5 m

Capacidad: 28 m<sup>3</sup>/h

Bomba de agua tratada para enfriamiento de compresor.

Marca: Vidin

Potencia: 7.5 kW

Flujo másico: 70 L/s

Carga: 8.0 m

Fluido: agua tratada

Temperatura de trabajo: ambiente

3.1.2 Evaluación del funcionamiento del ciclo de refrigeración en las condiciones actuales (Caso base).

Para realizar la evaluación del funcionamiento del ciclo actual se realizaron mediciones reiteradas de los parámetros fundamentales mediante los medios de medición posibles en la instalación, fundamentalmente manómetros y termómetros. A continuación se muestran los resultados principales.

#### Datos de partida

Presión de Condensación: 1667.131 kPa abs (16.0 kg/cm<sup>2</sup> man)

Temperatura de Condensación: 42,565 °C

Presión de Evaporación: 245.16 kPa abs (1.5 kg/cm<sup>2</sup> man)

Temperatura Evaporación: -10 °C.

Pérdida de presión del agua de enfriamiento en el compresor = 1 kPa

Pérdida de presión del refrigerante en el evaporador = 10 kPa

Pérdida de presión del refrigerante en el condensador = 15 kPa

Subenfriamiento = 4,0°C

Sobrecalentamiento = 5,0°C



Haciendo uso de herramientas informáticas. *Software CoolPack. CYCLE ANALYSIS: ONE STATE CYCLE, FLOODED EVAPORATOR*, se evalúa el comportamiento del sistema con los resultados siguientes (Figura 3.2 y Anexo 3.1):

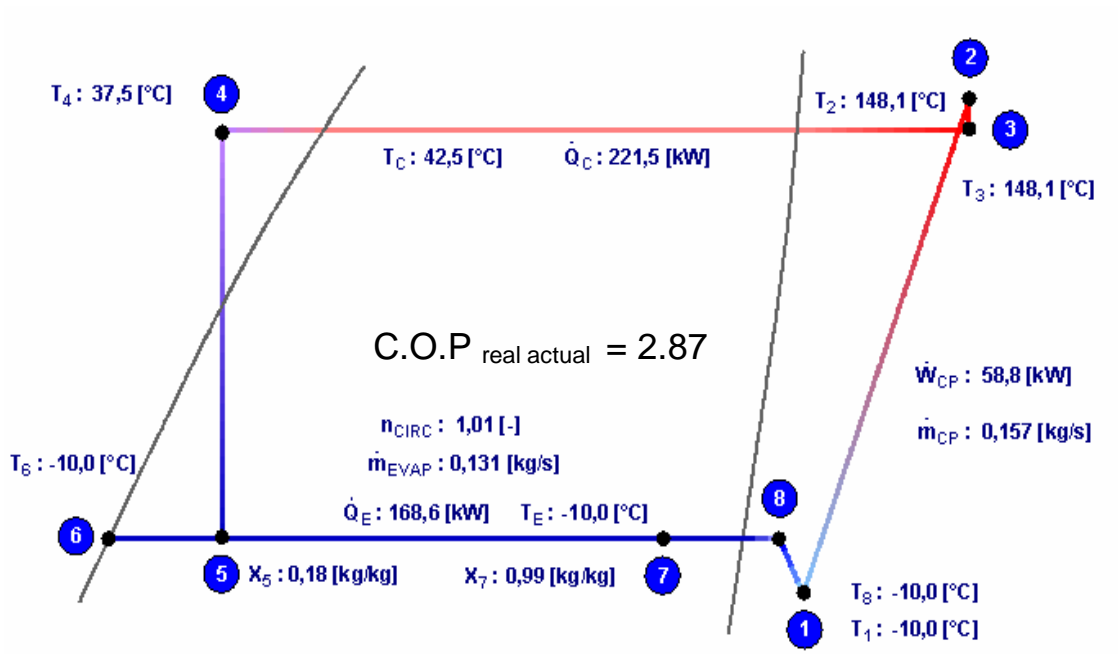


Figura 3.2 Diagrama log (P) vs. Entalpía

El ciclo actual presenta una muy baja eficiencia  $\text{COP} = 2,87$  debido fundamentalmente al deterioro del compresor (Eficiencia isentrópica = 70 %) y la alta presión de condensación  $P_2 = 1667.131 \text{ kPa abs}$  ( $16.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ man}$ ), superior a la de diseño para este tipo de condensadores en las condiciones ambientales de la instalación  $P_{2 \text{ diseño}} = 1274.86 \text{ kPa abs}$  ( $12.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ man}$ ). Al comparar el  $\text{COP}_{\text{real}}$  con el del ciclo de Carnot equivalente en este rango de temperaturas  $\text{C.O.P}_{\text{Carnot}} = T_1 / (T_2 - T_1) = 263.15 / (315,65 - 263.15) = 5$  se concluye que existen reservas de eficiencia del ciclo que pueden resolverse a través de proyectos de mejora.

### 3.1.3 Propuestas de solución:

Variante 1: Sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico.

Datos técnicos del compresor propuesto

Marca Sabroe (Dinamarca)

Modelo: SMC 108 E.

Capacidad de refrigeración  $Q_E = 178.8 \text{ kW}$  (153858 kcal/h ó 50 TR)

Motor eléctrico trifásico con acople directo.

Potencia: 55.8 kW

r.p.m: 870

Eficiencia isentrópica: 0.90

La figura 3.3 y el Anexo 3.2 muestran los resultados principales de la simulación del ciclo con este compresor:

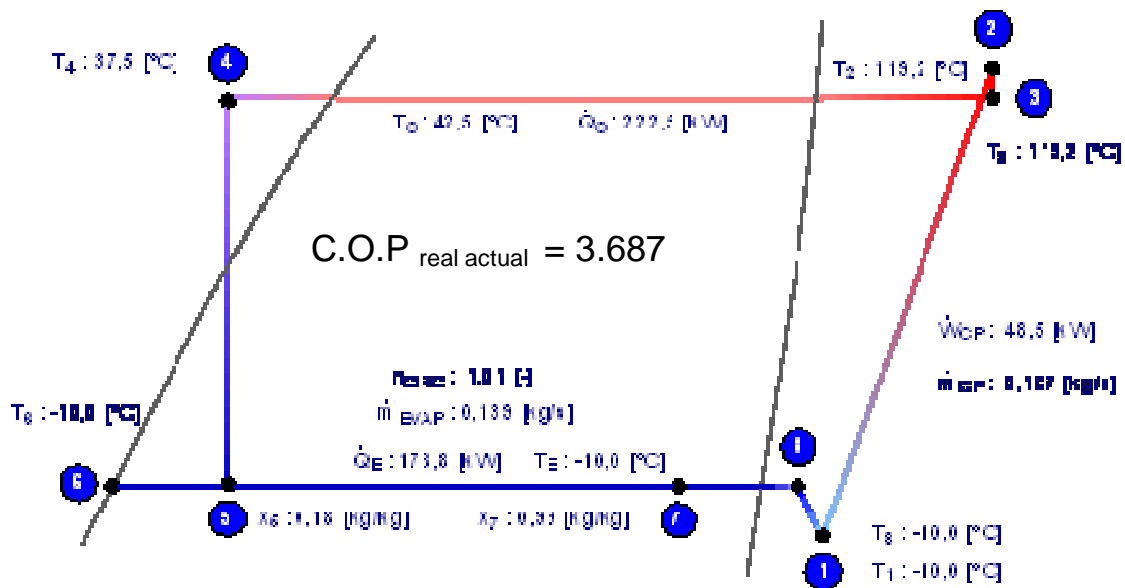


Fig. 3.3 Diagrama log (P) vs. Entalpía Variante 1

Tabla No. 3.1. Comparación de indicadores energéticos entre el caso base y variante de solución No. 1.

Indicador energético.	Variantes	
	Caso Base	Variante 1
Capacidad de refrigeración $Q_E$ (kW)	168.6	178.8
Trabajo del compresor $W_c$ (kW)	55.8	48.5
Relación de compresión $R_c$	5.765	5.760
Temperatura descarga compresor considerando compresión reversible y adiabática ( $^{\circ}C$ )	119.2	119.2
Temperatura descarga compresor considerando compresión real y adiabática ( $^{\circ}C$ )	162.7	130.3
Calor rechazado por el condensador $Q_C$ (kW)	221.5	222.5
Coeficiente de Funcionamiento COP	2.866	3.687
Coeficiente de Funcionamiento ciclo equivalente Carnot $COP_{CARNOT}$	5	5
Razón COP real vs. $COP_{CARNOT}$	0.57	0.73
Consumo energía para 6432 horas de trabajo anuales (kWh)	378 342	311 887

Del análisis anterior puede concluirse que aunque se logra una mejora apreciable de los principales indicadores del ciclo para la variante 1, aun el COP calculado resulta notablemente inferior al límite de Carnot para el rango de temperaturas de trabajo, debido principalmente a la alta presión de condensación, por lo que resulta necesario abordar la solución de este problema.

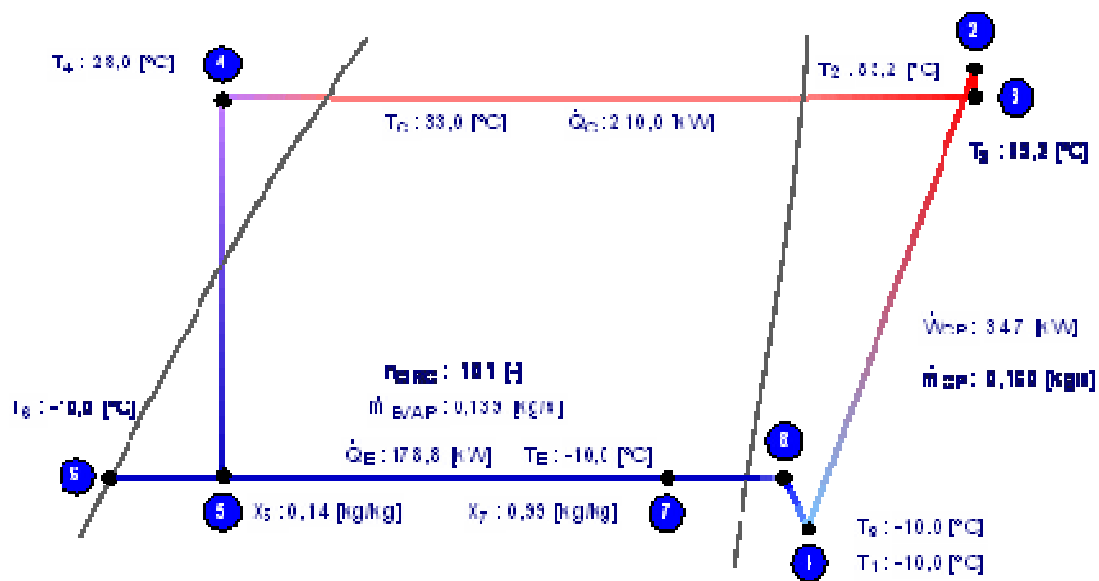
Variante 2: Sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico y ajuste de la presión de condensación hasta el valor de diseño.

La literatura consultada y los datos de diseño de la instalación original coinciden en recomendar un valor de la presión de condensación para esta instalación entre 1078,73 kPa abs (10.0 kg/cm<sup>2</sup> man) y 1274.86 kPa abs (12.0 kg/cm<sup>2</sup> man), valor que se ha ido deteriorando en la práctica operacional hasta alcanzar valores como

los del caso base ascendentes a 1667.131 kPa abs (16.0 kg/cm<sup>2</sup> man) lo que representa un incremento del 33.3 %

Entre las causas principales de este aumento pueden enumerarse las incrustaciones de la superficie de intercambio de calor en el condensador, la deficiente distribución del agua de enfriamiento en los mismos, deficiencias en la operación de la torre de enfriamiento, etc. Para el ajuste de la presión de condensación al valor deseado resulta necesario entonces realizar acciones como limpieza mecánica y lavado químico de los condensadores.

La figura 3.4 y el Anexo 3.3 muestran los resultados principales de la simulación del ciclo que utiliza el compresor de la variante 1 en las condiciones de ajuste de la presión de condensación.



Fi

g. 3.4 Diagrama log (P) vs. Entalpía Variante 2

Tabla No.3.2. Comparación de indicadores energéticos entre el caso base y las variantes de solución No. 1 y 2.

Indicador energético.	Variantes		
	Caso Base	Variante 1	Variante 2
Capacidad de refrigeración $Q_E$ (kW)	168.6	178.8	178.8
Trabajo del compresor $W_c$ (kW)	55.8	48.5	34.7
Relación de compresión $R_c$	5.765	5.760	4.411
Temperatura descarga compresor considerando compresión reversible y adiabática (°C)	119.2	119.2	96.7
Temperatura descarga compresor considerando compresión real y adiabática (°C)	162.7	130.3	97.5
Calor rechazado por el condensador $Q_C$ (kW)	221.5	222.5	210.00
Coeficiente de Funcionamiento COP	2.866	3.687	5.154
Coeficiente de Funcionamiento ciclo equivalente Carnot $COP_{CARNOT}$	5	5	6.11
Razón COP real vs. $COP_{CARNOT}$	0.57	0.73	0.84
Consumo energía para 6432 horas de trabajo anuales (kWh)	378 342	311 887	223 144

Para la variante 2 al cambiar la presión de condensación el  $C.O.P_{Carnot} = T_1 / (T_2 - T_1) = 263.15 / (306.15 - 263.15) = 6.11$

Del análisis anterior puede concluirse que se logra una mejora apreciable de los principales indicadores del ciclo para la variante 2, el COP calculado resulta notablemente próximo al límite de Carnot para el rango de temperaturas de trabajo, por lo cual además se debe tener en cuenta que con la aplicación de esta variante, se reduce el consumo de energía eléctrica por el cumplimiento de acomodo de carga en dicha planta durante el horario pico, al demostrar que la parada del equipo en el horario pico, no provoca afectaciones al proceso de producción, ni afectaciones en la calidad del producto, ya que la capacidad

frigorífica a entregar se incrementa en un 6.0 % con respecto al equipo anterior, para lo cual a continuación se determinan los valores estimados de ahorro.

Energía eléctrica a consumir al año en el equipo: 34.7 kWh.

Cantidad de horas al año dentro del horario pico: 1072 h

Ahorro estimado:  $34.7 \text{ kWh} * 1072 \text{ h/año} = 37\,190.69 \text{ kW/año}$ .

Valor que representa:  $\$ 3\,601.17 \text{ CUC}$  a derogar por la empresa  $\$ 5\,867.57 \text{ CUP}$ .

#### 3.1.4 Sustitución de tapas del banco de producción de hielo

Se conoce por características técnicas de documentación ofrecida por los fabricantes y experiencia acumulada por el grupo de refrigeración industrial, tanto del Ministerio de la Industria Alimentaria como de la Unión de Bebidas y Refrescos que 1 banco de Prod., de hielo con capacidad de  $35 \text{ m}^3$  almacena 39000 kcal /h, (45,3 kW).

Si se tiene en cuenta que en la instalación objeto de estudio falta del 23.5 % de las tapas necesarias en el banco de producción de hielo, se estima que se disipan al medio 10.64 kWh, entonces:

$10.64 \text{ kWh} * 24 \text{ h/día} * 268 \text{ días/año}$  es igual a:  $68\,436.48 \text{ kW/año}$ , que representan un valor de  $\$ 6\,631.50 \text{ CUC}$  y a derogar por la empresa  $\$ 10\,797.14 \text{ CUP}$ :

Según bibliografía consultada, referida y el cálculo estimado en las soluciones que se propusieron anteriormente, los resultados alcanzados se reflejan en la tabla 3.3, que resume la reducción estimada del consumo de energía eléctrica y gastos financieros en la Planta de Hielo.

Tabla No.3.3. Resumen de las soluciones propuestas para lograr la reducción del consumo de energía eléctrica en la Planta de Hielo.

No.	Propuesta de solución.	Ahorro de Energía. (MWh/año).	Ahorro financiero (\$, CUC)	Ahorro financiero (\$, CUP)
1	Sustitución de los compresores AU-200.	66.46	6 434.86	10 485.39
2	Sustitución de los compresores AU-200 y reducción de la presión de condensación de 16,0 a 12,5 kg. /cm <sup>2</sup> con acomodo de carga.	125.93	12 193.80	19 867.97
3	Sustitución del 23.5 % de las tapas del banco de producción de hielo.	68.44	6 631.50	10 797.14
Total de ahorro estimado.		260.83	25 260.16	41 150.50
Total General (Pesos)			\$ 66 410.66	

### 3.2 Valoración económica

Según (Borroto, 2006) el cálculo económico se realiza teniendo en cuenta:

Valor Presente Neto (VPN): Esta técnica se basa en calcular el valor presente neto de los flujos de caja proyectados para todos los años durante el período de evaluación del proyecto. Es una medida de las ganancias que puede reportar el proyecto, siendo positivo si el saldo entre beneficios y gastos es favorable, y negativo en caso contrario.

Se determina como:

$$VPN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1+D)^i} \quad \text{Donde:}$$

$K_0$  - Inversión o capital inicial.

$Fc_i$  - Flujo de caja en el año  $i$ .

$D$  - Tasa de descuento real utilizada.

De forma general, el flujo de caja se puede calcular como:

$$Fc_i = I_i - G_i - Dep \cdot \left( \frac{t}{100} \right) \cdot Dep \quad \text{Donde:}$$

$I$  - Ingresos en el año  $i$ , \$

*G* - Gastos en el año *i*, \$.

*T* - Tasa de impuestos sobre ganancia, %.

*Dep* - Depreciación del equipamiento o amortización de la inversión, \$.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el Valor Presente Neto. En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

Análíticamente la TIR se determina como:

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_c - G_i - T \cdot (F_c - G_i - Dep)}{1 + TIR^i}$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver directamente, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR.

Período de Recuperación de la Inversión (PRI): Es el tiempo en que se recupera la inversión inicial para una tasa de descuento *D* considerada, se calcula como el momento para el cual el VPN se hace cero.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^{PRI} \frac{F_c - G_i - D \cdot (F_c - G_i - Dep)}{1 + D^i}$$

Esta ecuación no puede resolverse directamente, por lo que para obtener el valor del PRI se le van adicionando gradualmente a la inversión inicial los flujos de caja anuales hasta que el resultado sea cero, en ese momento se ha recuperado la inversión. Tradicionalmente se calcula como la inversión inicial entre los ingresos esperados por año, sin tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo, o costo del uso del capital inicial, por lo que por esta vía el valor que se obtiene es inferior al

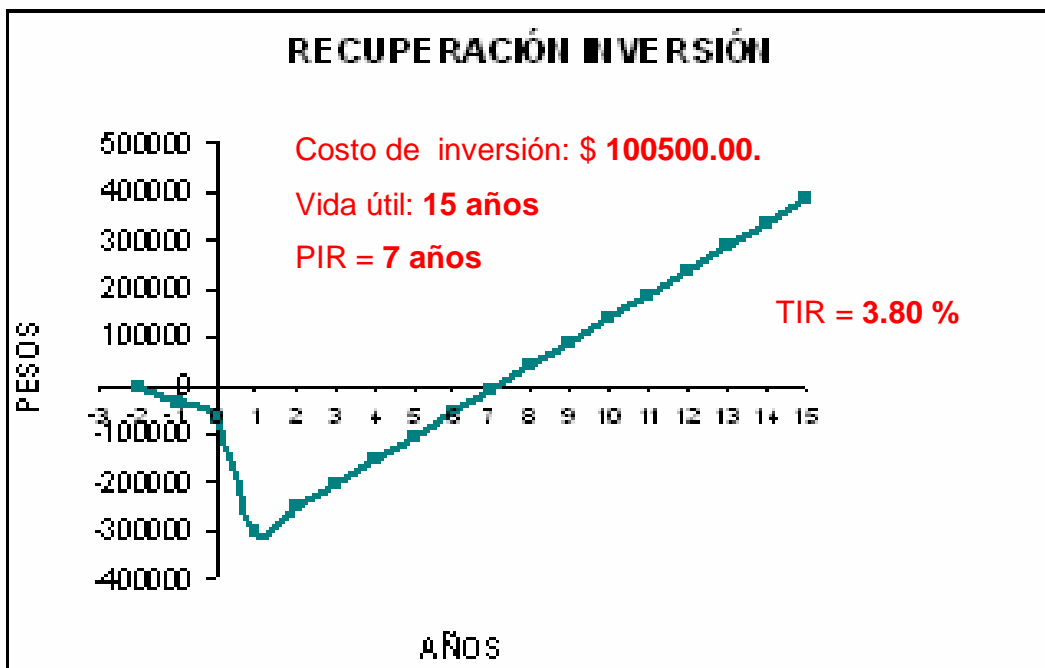


real, y generalmente se denomina como Período Simple de Recuperación de la Inversión.

A continuación se determinan los cálculos económicos de los proyectos propuestos, mediante el uso de herramientas informáticas, Hoja de cálculos Microsoft Excel del anexo 3.3 y los resultados alcanzados son los que a continuación se relacionan:

### 3.2.1 Cálculo económico para la Variante 1

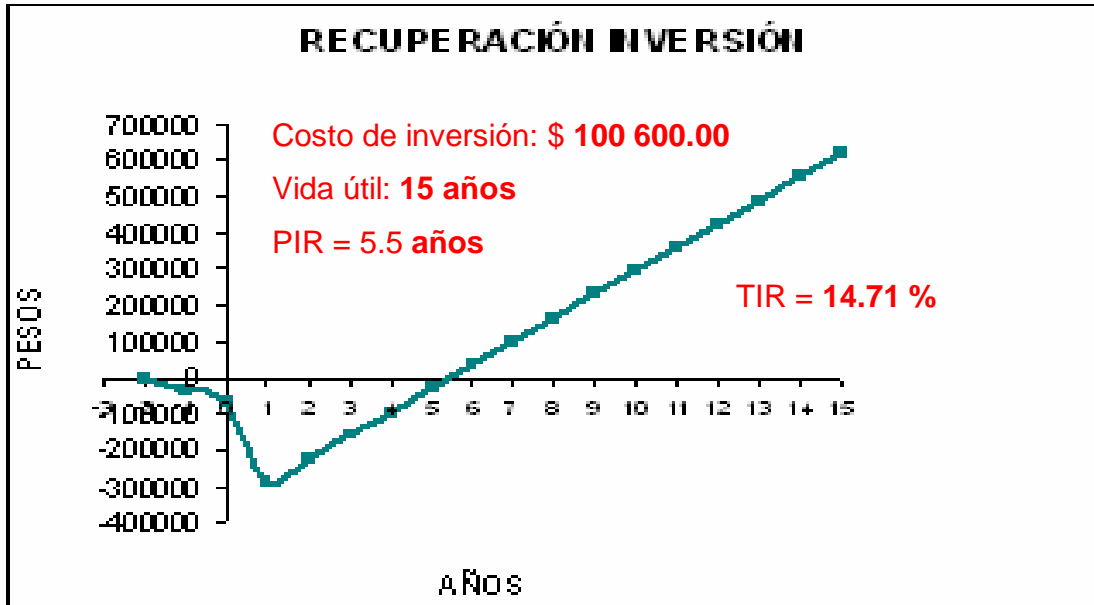
Según Hoja de cálculos 3.2.1, para proyecto de sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico y gráfico reflejado queda demostrados que este resulta no atractivo a invertir, por la baja tasa de retorno y el largo tiempo de recuperación de la inversión.



### 3.2.2 Cálculo económico para la Variante 2

Al igual que el proyecto anterior, según Hoja de cálculos 3.2.2; para de la sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico, con

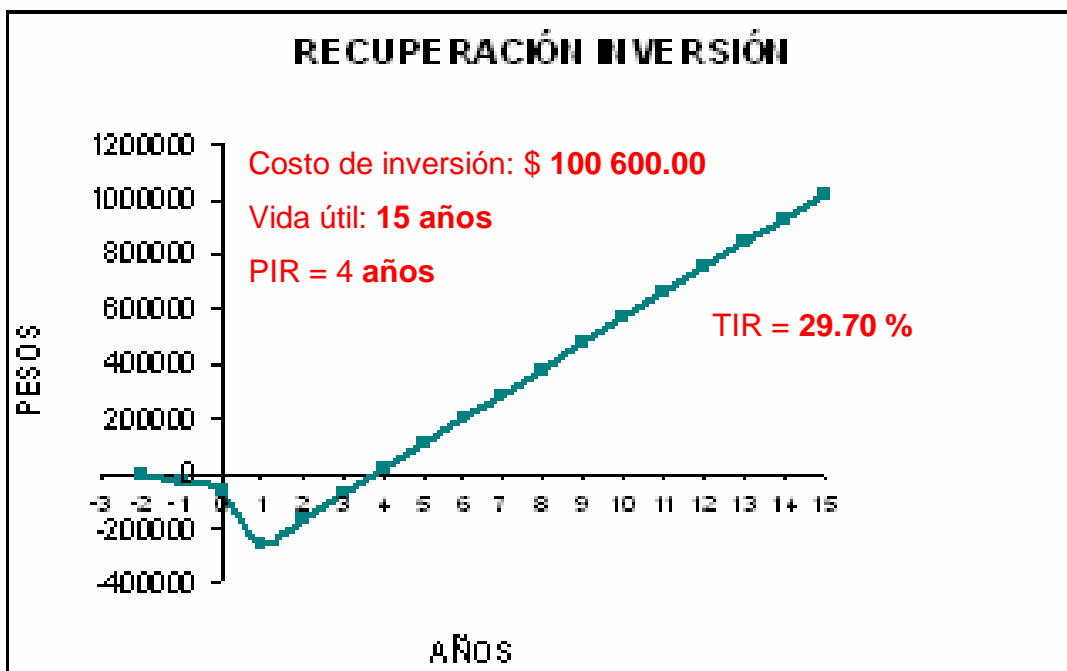
ajuste de la presión de Condensación hasta el valor de diseño y gráfico reflejado, se demostró que este resulta no atractivo a invertir, por la baja tasa de retorno, pero no cercana a la de interés típica y el largo tiempo de recuperación de la inversión.



Teniendo en cuenta que en ambos cálculos independiente la “tasa de retorno descontada” (o tasa interna de retorno TIR) en entre 3.80 y 14.71 % anual. Siendo dicha tasa menor a la tasa de interés típica en este momento, se propone el siguiente cálculo económico que incluye el cumplimiento del acomodo de carga en el horario pico estimado anteriormente.

### 3.2.3 Cálculo económico para la Variante 2 con acomodo de carga

Muy diferente a los proyectos anteriores según Hoja de cálculos 3.2.3. Sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente, económico y ajuste de la presión de Condensación hasta el valor de diseño con acomodo de carga, se demostró que este resulta atractivo a invertir, por la alta tasa de retorno por encima de la tasa de interés típica y el mediano tiempo de recuperación de la inversión.



### 3.2.4 Cálculo económico para Sustitución del 23.5 % de las tapas del banco de producción de hielo

A igual que en el anterior proyecto en este, se determinaron los cálculos económicos del mismo, mediante el uso de herramientas informáticas, Hoja de cálculos Microsoft Excel del anexo 3.7, pero teniendo en cuenta la siguiente valoración en los gastos a incurrir para la construcción del 23,5 % de las tapas del banco de producción de hielo, que equivalen a necesitar 36 tapas nuevas, los resultados a determinar son los que a continuación se describen:

Una tapa tiene las siguientes dimensiones: largo =1.2 m; ancho = 0.62 m; espesor = 0.05 m que me representan un volumen de 0.037 m<sup>3</sup>, si se conoce que:

1 m<sup>3</sup> es igual 35.28 pie<sup>3</sup> si se conoce que:

1 m es igual a 3.28 pie, pero además se conoce que:

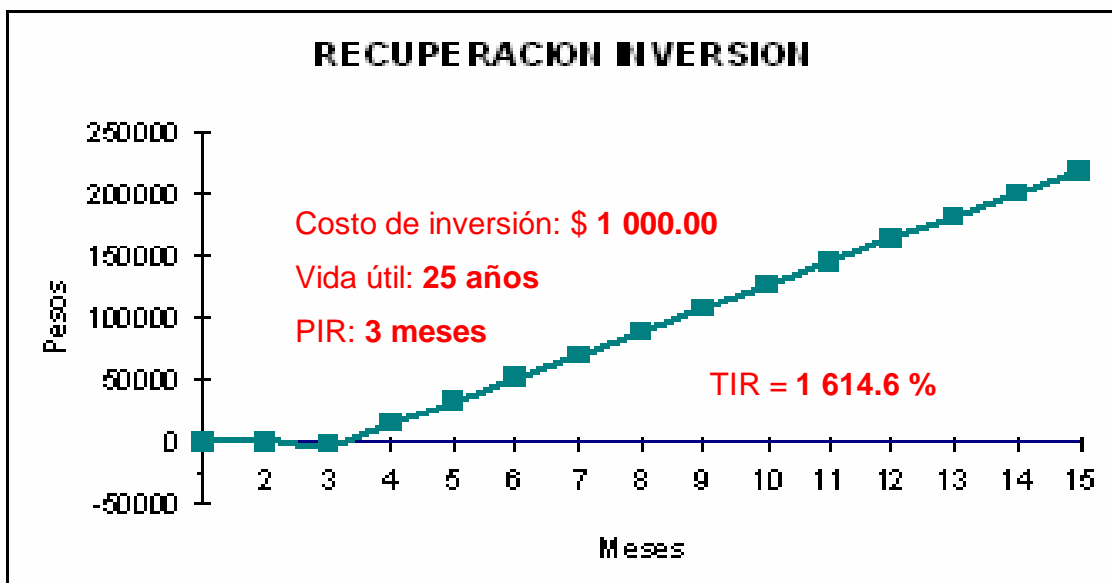
23.5 % de tapas del banco son: 36 tapas, entonces es necesario para su construcción:

$1.368 \text{ m}^3 = 48.5 \text{ pie}^3$  que equivalen a comprar  $2.5 \text{ m}^3$  de madera de Roble (para que se logre durabilidad en las mismas), por un importe de:

\$ 421.82 CUC y \$ 84.36 CUP; si se tiene en cuenta la construcción por medios propios en la planta.

Pero si se tiene en cuenta en contratación con tercero y en material de polipropileno que posee una gran resistencia a los agentes químicos, empleándose por ello en la fabricación de tuberías y recipientes anticorrosivos, los valores de la tapa se estima en \$ 18.78 CUC la tapa, por lo que, para acometer dicha construcción por esta vía es necesario un financiamiento inicial de 676.08 CUC y \$ 135.21 CUP.

Una vez que se conoce el costo inicial a egresar \$ 900.00, por el servicio de construcción de la tapa y por concepto de mantenimiento \$ 100.00 CUP, teniendo en cuenta los ingresos por concepto de ahorro estimado mensual de \$ 500.00 CUC, se realizan al igual que en el anterior proyecto, mediante el uso de la, Hoja de cálculos Microsoft Excel del anexo 3.7, los cálculos económicos para este proyecto, de los cuales se obtienen los siguientes resultados.



De forma general, se resume del proyecto que el capital a invertir para la reducción del consumo de energía eléctrica es \$ 101 600 CUC, donde el valor presente de los flujos de efectivo descontados estimados \$25 260.16 CUC; el 25.0 % a la inversión realizada, con una “tasa de retorno descontada” (o tasa interna de retorno TIR) de 18.81 % anual. Siendo dicha tasa mayor a la tasa de interés típica en este momento, por lo se puede concluir que el proyecto es económicamente atractivo.

### 3.3 Impacto Ambiental

Toda las acciones a desarrollar con vista a reducir los consumos de portadores energéticos y principalmente en estos momentos con la Revolución Energética en nuestro país y demás países latinoamericano, han tenido impactos en tres direcciones fundamentales: Económica, Social y Energético–ambiental, en cuanto a este último se reduce la máxima demanda eléctrica de la generación del país, la carga contaminante a la atmósfera, prolongando así el tiempo de duración de la reservas de combustibles fósiles y disminución del impacto ambiental por el uso irracional de estos en la generación de electricidad.

Una vía para determinar la reducción de emisiones de contaminantes por concepto de ahorro de energía y sus portadores, según bibliografía consultada y referida por muchos autores es mediante la fórmula:

Emisión (t/año) = (Factor de emisión \* energía ahorrada).

Lo que refleja muy claramente según (Serrano. M. J. H, 2006.), que si se tienen en cuenta estos factores se reduce por cada 1 kW /año de energía eléctrica, en 0.000799 t de CO<sub>2</sub> las emisiones a la atmósfera; por tanto haciendo una evaluación del impacto ambiental de las soluciones propuesta en el capítulo anteriores se tiene los siguientes resultados en la tabla 3.4.

Tabla No. 3.4. Evaluación del impacto ambiental.

No.	Propuesta de solución.	Ahorro de energía. (KWh /año).	Reducción emisiones (t de CO <sub>2</sub> )
1	Sustitución de los compresores AU-200.	66 455.19	53.1
2	Sustitución de los compresores AU-200 y reducción de la presión de condensación de 16,0 a 12,5 kg. /cm <sup>2</sup> con acomodo de carga.	125 933.20	100.6
4	Sustitución del 23.5 % de las tapas del banco de producción de hielo.	68 436.48	54.7
Reducción total de CO <sub>2</sub> (t)			208.4

Al dejar de consumir 260 824.87 kW/año (260.8 MW/año); de energía eléctrica, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en aproximadamente 208.4 t.

Pero además teniendo en cuenta que; por transferencia de tecnología más eficientes y en mejor estado técnico, con el uso del Amoniaco como refrigerante, altamente tóxico, (Clase 2) según bibliografía consultada, se reduce el riesgo al impacto de la siguiente forma:

✍ Impacto Ambiental, al sustituir la tecnología anterior, en mal estado técnico trabajando las 24 horas por día, con alto por ciento de interrupciones mecánicas por roturas y desarmes, se emitían al medio en el período de un año aproximadamente: 51.4 t de amoníaco /1000 m<sup>3</sup> aire, teniendo en cuenta lo siguiente:

(1) compresor trabajando 24 h/día = 1440 min/día \*268 día/año = 385 920 min/año; teniendo en cuenta un margen de 30 días de reparación y un 20 % de afectaciones por rotura, se contamina al medio aproximadamente entre 41 164.8 a 61 747.20 kg de amoníaco por cada 1000 m<sup>3</sup> de aire.

✍ Además como impacto ambiental es necesario tener en cuenta, que aunque el proyecto 3.3 representa el 36.1 % de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, de acometerse el mismo, sustentado en la construcción de 36 tapas para el

banco a partir del polipropileno ( $2.5 \text{ m}^3$  de plástico sintético) que representa un impacto al medio ambiente de forma directa, ya que al concluir el ciclo de vida de dichas tapas, este material no puede ser degradado por el entorno, porque al contrario de la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, no se oxidan ni se descomponen con el tiempo, aunque se han desarrollado algunos plásticos degradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos de basuras y esto representa un problema medioambiental, por lo que se recomienda de aprobarse esta variante, el reciclaje de dicha tapas, ya que es un proceso bastante sencillo, y se están desarrollando soluciones más complejas para el tratamiento de los plásticos mezclados de la basura, que constituyen una parte muy visible, si bien relativamente pequeña, de los residuos sólidos.

- ✍ Impacto social, al encontrarse la planta ubicada en una zona industrial con alto número de población (30 %); expuestos al grado de toxicidad del Amoniaco, que en altas concentraciones en aire provocarían daños serios y de muerte en seres humanos, además de molestias e irritaciones en las vías respiratorias y grandes padecimiento de enfermedades en concentraciones más pequeñas en aire.

### 3.4 Resultados finales de la Evaluación

Teniendo en cuenta que el ahorro energético que se logra hoy en el mundo referido a estas plantas de hielo tradicionales se sustenta en la manera en que cada cual tiene control estricto sobre las variables tecnológicas a través de controles de proceso y que estos valores de ahorro pueden moverse entre 10 y 25 % de la capacidad de diseño nominal, significa que la disminución de los gastos eléctricos estarán entre los 9.5 y 23.75 kW/t , referido al índice de consumo de esta planta que es 95 kW/t.

La Planta de Hielo Sancti Spíritus, con una capacidad instalada de 17, 4 t/día, después de más de 25 años de explotación, obtuvo en los 2 últimos años una producción de 5708.40 t de hielo con un consumo total de energía eléctrica de 1 385 601.00 kW y un índice de consumo de 242.7 kW/t de hielo producida, por lo que al asumir la propuesta de mejora, sería posible lograr una disminución del 25.7 % del consumo anual de la planta, de lo que se deduce: dejar de consumir; 260 824.87 kW/año (260.8 MW/año); de energía eléctrica, reducir el índice de consumo en un 37.6 %, disminuir los gastos en \$ 25 260.16 CUC que representan a la empresa \$ 41 150.50 CUP, reducir la carga contaminante en 208.4 t de CO<sub>2</sub>, y disminuir los riesgos al impacto medioambiental y social del consumo de gas refrigerante altamente toxico como el Amoníaco en 51.4 t/año y 2.5 m<sup>3</sup> de plástico sintético no degradable.

Al considerar tales resultados en la tendencia de consumo del presente período, según período bases 2008-2009, se manifiesta lo siguiente:

- ✍ Reducción del índice de consumo en un 7.2 % en el I Semestre del 2010,
- ✍ del consumo de energía eléctrica en 22 453.48 kW,
- ✍ de los gastos financieros en \$ 3235.91 CUP y
- ✍ la carga contamine en 2.58 t de CO<sub>2</sub>.

3.5 Plan de acción a seguir como proyección de la empresa hacia el mejoramiento energético.

Definición del plan de acción.

Tiene incluida todas las oportunidades de ahorro detectadas, en acciones concretas que deben llevarse a vías de hecho en la entidad, esta elaborado con responsables definido, que supervise y ejecute las acciones marcadas en los plazos previstos, necesidad de los recursos humanos, materiales y financieros requeridos, evaluación del costos de manera importante, y debe tener una función prioritaria e importante.



Contiene tareas a realizar de forma inmediata para el caso que se produzcan desviaciones de los objetivos propuestos durante su período de vigencia, en esta etapa que definan las acciones concretas a realizar para mitigar las causas que provocaron el efecto, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: recursos disponibles, acciones específicas que van a tomarse, personas responsables de llevarlas a cabo, momento en que dichas acciones deben tomarse, valoración y resultados esperados de cada una de ellas, el número y contenido, esta basado principalmente en las causas detectadas y graficadas en el diagrama causa efecto se confeccionó el siguiente plan de acción, descrito en el anexo3.5.

### Conclusiones Parciales

1. Los proyectos evaluados, demuestran que existen reserva de ahorro en los valores obtenidos por cada solución propuesta, asumiendo que la sustitución de los compresores AU-200 y reducción de la presión de condensación con acomodo de carga se estima en una reducción futura de 125.9 MWh, con un 48.3 % de representatividad en el ahorro total.
2. El proyecto evaluado de sustitución de los compresores AU-200 y reducción de la presión de condensación, logra una mejora apreciable de los principales indicadores del ciclo de refrigeración con:
  - ? Un COP de 5.15 notablemente próximo al límite de Carnot para el rango de temperaturas de trabajo,
  - ? incremento de la Capacidad de refrigeración de 6.0%,
  - ? reducción del trabajo del compresor en un 37.8 %.
3. Es factible técnica, económica y ambientalmente invertir para la reducción del consumo de energía eléctrica, ya que el valor presente de los flujos de efectivo descontados estimados es el 25.0 % de la inversión realizada, con una “tasa de retorno descontada” (TIR) de

18.81 % anual, por lo se demuestra que el proyecto es económicamente atractivo.

4. Se demuestra que, según período base 2008-2009 que en el período actual se reflejan decrecimientos en el consumo de energía eléctrica, por la adopción de medidas organizativas que inciden de forma directa en el comportamiento de la eficiencia de la planta, al reducir el índice de consumo en un 7.2 % que representan 22.4 MW.

## CONCLUSIONES.

7. La estratificación de consumo de energía eléctrica por establecimientos, muestra que la Planta de Hielo representa el 64.5 % del total, la Planta de Refrescos el 18.8 % y la Fábrica de Vinagre el 10.7 %, totalizando estos centros productivos más del 93.0 % del total del consumo de dicho portador.
8. La caracterización energética de la Planta de Hielo realizada utilizando las herramientas de la TGTEE permitió determinar las áreas y puntos clave de mayor consumo energético y el desempeño histórico de los índices de consumo.
9. Se identificaron en la Planta de Hielo un grupo de oportunidades de ahorro para reducir los consumos de energía eléctrica que se estima representan hasta un 25.7 % del consumo actual.
10. Fueron evaluado 3 proyectos de mejora para la reducción futura de los consumos energéticos; de ellos representaron alto porcentaje de ahorro y atractivos a su ejecución dos,
  - ✍ Sustitución de los compresores AU-200 con ajustes de la presión de condensación y acomodo de carga en el horario pico, estimado en una reducción futura de 125.9 MWh, y \$ con un 48.3 % de representatividad en el ahorro total, logrando una mejora apreciable de los principales indicadores del ciclo de refrigeración con: un COP de 5.15 notablemente próximo al límite de Carnot para el rango de temperaturas de trabajo, incremento de la capacidad de refrigeración de 6.0%, reducción del trabajo del compresor en un 37.8 % y,
  - ✍ Sustitución del 23.5 % de las tapas del banco de producción de hielo, estimado en una reducción futura de 64.4 MWh, (\$ 17 428.64), con un 26.2 % de representatividad en el ahorro total, logrando la hermeticidad total del banco de producción de hielo.

11. Se determinó la factibilidad técnica, económica y ambiental : de las medidas propuestas para la reducción
- del consumo anual de energía eléctrica en 260.8 MWh;
  - el índice de consumo en un 37.6 % que representan dejar de consumir 91.4 kW/t,
  - los gastos en \$ 25 260.16 CUC que representan a la empresa no derogar \$ 41 150.50 CUP,
  - la carga contaminante en 208.4 t de CO<sub>2</sub>, y los riesgos al impacto medioambiental y social del uso de gas refrigerante altamente toxico (R717) en 51.4 t/año y 2.5 m<sup>3</sup> de plástico sintético no degradable.
12. Dar prioridad a las acciones del Plan de Ahorro propuesto en este trabajo, con el orden de ejecución según los proyectos en función de la valoración económica, y teniendo en cuenta el % de ahorro que representa para la planta y empresa en general.

## **RECOMENDACIONES.**

1. Elevar de forma sistemática la capacidad general de los cuadros, dirigentes, funcionarios y obreros en el tema del uso racional y eficiente de la energía, dándole mayor utilidad a las herramientas que existen para un mejor desempeño de la gestión energética en la Empresa.
2. Continuar con el proceso de implantación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en las demás plantas productivas y actividad de transporte que constituyan consumos importantes en la estructura general de la empresa.
3. De aprobarse la sustitución total de las tapas del banco de producción de hielo, por construidas en plástico sintético, prever un tratamiento reciclable al destino final del residual sólido, después de concluida su vida útil para este proceso productivo.

## BIBLIOGRAFIA.

1. BP Statistical Review of World Energy London. (1990. June.). ISBN 086165-184-7.
2. A. Aguiar. (2006. Abril). Biocombustible. *El Economista de Cuba*. pp. 10.
3. Colectivo de Experto del Centro de Estudio de la Energía del Ministerio de Industria y Energía. España. (1982). *Técnicas de Conservación Energéticas en la Industria. Fundamento y Ahorro en operaciones. Reproducción en Cuba*. La Habana. Editorial. Científico Técnica. Edición Revolucionaria. II Edición.
4. Colectivo de Autores. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. (2006). *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Cienfuegos. Editorial Universidad de Cienfuegos.
5. Movimiento del Forum de Ciencia y Técnica. MES. (2006). *Puestos Claves y Gestión Energética en el Sector Productivo y de Servicios*. La Habana. Casa Editora Abril.
6. V. García Doderó; F. Sánchez Albanera. (2001). *Fundamento y Anteproyecto de ley para promover la Eficiencia Energética en Venezuela. División de recursos naturales, infraestructura*. Publicación ONU. Santiago de Chile. Proyecto CEPAL.
7. M. Fleites (1985). "Conferencia Mundial de Energía" *Revista Energía. Órgano Oficial de la Comisión de Energía Nacional. Sobre las Organizaciones Internacionales Energéticas*. (Septiembre No. 5).pp. 40-42.
8. L. Del Castillo Sánchez; P. Ferrer Sánchez. . El cálculo económico y su naturaleza. *Revista Finanzas y Crédito No. 17. Centro de Investigaciones Financieras II Parte*. p. 23. Editorial. Talleres del Combinado Poligráfico Osvaldo Sánchez.
9. Notienergía. (1989. Marzo). *Revista Energía Órgano Oficial de la Comisión de Energía Nacional*. p. 47. Editorial. Talleres del Combinado Poligráfico Osvaldo Sánchez.

10. E. Martín Carbonell. (1992. Febrero) Red de Información de Energía del Caribe. *Revista Energía. Órgano Oficial de la Comisión de Energía Nacional*. Pág. 46. Editora. Talleres del Combinado Poligráfico Osvaldo Sánchez.
11. F. Castro Ruz. (1959). Pensamiento Económico y Social de Fidel Castro. *Tesis Económica del Movimiento 26 de Julio*. Editorial LEX.
12. C. Tablada Pérez. (1987). El Pensamiento Económico de Ernesto Che Guevara. Editora Casa de las América. La Habana.
13. Centro de Documentación e Información Científica y Técnica. (1984). Instituto de Investigación de la Industria Alimenticia. MINAL. Imprenta IIIA. La Habana.
14. Centro de Documentación e Información Científica y Técnica. (1984). Instituto de Investigación de la Industria Alimenticia. MINAL. *Técnicas de Conservación Energética en la Industria Alimenticia*. Imprenta IIIA.
15. Centro de Estudio de la Energía. (1982). *Situación energética en la Industria Azúcar y Alimentación*. Editora Revolucionaria. La Habana.
16. Agencia Internacional de la Energía. (1961) *Proyecto de Ahorro Energéticos en la Alimentación*. Editora Revolucionaria. La Habana.
17. Loucin. (1961) *Operaciones Unitarias en la Industria Alimentaria*.
18. Dirección Energética del MINAL. (1986). *Propuestas Directivas del Programa de Economía Energética*. La Habana.
19. Dirección Energética del MINAL. (1986). *Programa de Economía Energética*. La Habana.
20. Dirección Energética del MINAL. (1986). *Lineamientos de trabajo del Área Energética*. La Habana.
21. Póveda. M. (2007). "Eficiencia energética: recurso no aprovechado". Propuesta para avanzar de las palabras a la acción. [en línea]. Disponible en: [www.olade.org](http://www.olade.org), [mentor.poveda@olade.org.ec](mailto:mentor.poveda@olade.org.ec). accedido 15 febrero 2009.

22. García DV. ;. Sánchez. A. F. (2007) “Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela”. [en línea]. Disponible en: <http://www.consumer.es>. Ecuador, accedido 15 febrero 2009.
23. PAEC (2006) “La revolución Cubana, logros y desafíos del desarrollo económico”. [en línea]. Disponible en: [http://www.revolucioncubana.cip.cu/logros\\_y\\_desafios\\_del\\_desarrollo\\_economico/programa\\_de\\_ahorro\\_de\\_electricidad\\_en\\_Cuba\\_PAEC](http://www.revolucioncubana.cip.cu/logros_y_desafios_del_desarrollo_economico/programa_de_ahorro_de_electricidad_en_Cuba_PAEC). accedido 15 febrero 2009.
24. P. D Groote (1999). “El mantenimiento en países en vías de industrialización “ *Gerente general DGS internacional Gante-Bélgica* p.13
25. Artículo. PEMEX / USAID / PA Consulting. Introducción a análisis económicos, recuperación, tasas de retorno, descuento. *Financiamiento de inversiones para eficiencia energética, uso de ESCO's* [2 sesiones]
26. A. Borroto N. y J. P. Monteagudo Y. (2006) “Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios” *Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos, Cuba*. Pág.79.
27. A. Borroto N. y colaboradores. (2002) “Ahorro de Energía en Sistemas Termomecánicos.” Editorial Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. ISBN 959-257-045-0.
28. A. Borroto N. (et al.) (2002) “Gestión Energética Empresarial”. *Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente*. Editorial Universidad de Cienfuegos. ISBN 959-257-040-X.
29. PEMEX/USAID/PA. Consulting “Introducción a análisis económicos, recuperación, tasa de retorno, descuento. *Financiamiento de inversiones para eficiencia energética, uso de ESCOS*”.
30. A. Borroto N., J. Borroto B., (1998). “Evaluación Económica de Proyectos de Ahorro de Energía.” Universidad de Cienfuegos, Cuba.
31. Arrastía Á. M., y colaboradores. (2010). “Curso Energía y Cambio Climático. *Tabloide I y II Parte.* ” *Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía CUBAENERGIA*. Editorial Academia. Cuba.



32. Serrano. M. J. H. y colaboradores. (2006). "Producciones más limpias. *Tabloide I y II Parte. "Agencia de Medio Ambiente.* Editorial Academia. Cuba.
33. Fundación MAPFRE. (1994). Manual de Contaminación Ambiental. Editora. Mapfre., Madrid.
34. Oficina Nacional de Normalización (OTN). (2002). N/C ISO 14000. La Habana.
35. L. Breéis. (2007) "Energía, medio ambiente y sostenibilidad" [en línea]. Disponible en <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energía/energía11>. accedido 15 febrero 2009. [email: sol@rcubasolar.cu](mailto:sol@rcubasolar.cu)
36. F. Stoecker. W. (1972). "El ciclo de compresión de vapor. *Refrigeración y acondicionamiento de aire.* Capítulo III. Pág. 38. Editorial Félix Varela. C. Habana .2004.
37. M. A Álvarez G. y colaboradores. (2006). "Temas Avanzados de Refrigeración y Climatización" Universidad de Cienfuegos, Cuba. Editorial UNIVERSO SUR.
38. (Air Conditioning Refrigerating Data Book). (1957-1958). Design Volumen\* 10<sup>a</sup> Ed. American Society of Refrigerating Engineers, Nueva York,
39. El Sabed, M. Tribus, M. (December 1980). Thermoeconomic Analysis of an Industrial Process. Center for Advanced Engineering Study Massachusetts Institute of Tech. Cambridge, MA.
40. Ling, W. (WAM 1985). Costing of utilities from a total energy plant. ASME Book, G00322, AES-Vol.1.
41. A. Valero, M. A. Lozano, M. A. Muñoz, (1986). "A General Theory of Exergy Saving I, II y III", ed. by R.A. Gaggioli in Computer-Aided Engineering and Energy Systems, Vol. ., ASME Book 341C.
42. Lozano, M. A., Valero, A. (1986). "Determinación de la Exergía para sustancias de interés industrial". Ingeniería Química, pp. 119-128.
43. Dentice d'Accadia, M. et al. (1998) "Thermoeconomic optimization of a refrigeration plant", Int. J. Refrig. Vol. 21, No. 1, pp. 42-54, Elsevier Science Ltd and IIR.

44. O. Fonticiella, C., (2005). "Monografía sobre Operación Óptima de Sistemas de Refrigeración", UCLV, Santa Clara.
45. L. M. García P., O. Fonticiella, C. (2007). "Optimización termoeconómica de sistemas de refrigeración en plantas de hielo". *Trabajo de Evaluación para Opción de Maestría en Eficiencia Energética*. UCLV.
46. Software: REFUTIL.exe (Refrigeration Utilities [Log (p)-h diagram: R717]. Reference: E.C. Reynolds: Thermodynamic. Properties in SI.
47. Software CoolPack. *CYCLE ANALYSIS: ONE STATE CYCLE, FLOODED EVAPORATOR*,
48. I. Acosta; A. González (1989. Mayo) "Importancia del trabajo colectivo en el ahorro de energía. Revista Energía" Área energética Poder Popular.
49. ALTSHULER, J. (et al) (2004) "Hacia una conciencia energética." Editorial Academia, p.4, p 11.
50. M. A. Álvarez G., y colaboradores. (2008) "Temas avanzados de refrigeración y climatización." Editorial Universo Sur, UCF. p.134 y 139.
51. M. A. Arrastía Á. (2008) "Generación distribuida en Cuba: cambio a un nuevo paradigma energético." [en línea]. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia11>. accedido 15 febrero 2009.
52. L. Prevéz, (et al) (2008), "La producción más limpia y el consumo sustentable de los portadores energéticos para la reducción de los impactos ambientales globales en el sector frutícola. Pinar del Río. ." Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia11>. accedido 15 febrero 2009.
53. A. Benítez W. (2007) " *Diseño de Sistema de Gestión Ambiental*". Tesis de Grado. Centro Universitario S.S. "José Martí".
54. M. Lápido R, [et]. " *Consideraciones sobre Refrigerantes y Cargas térmicas*". Monografía. 2004. 79 p.
55. J. Magariños de Moretín "Guía elemental para un proyecto de Investigación". CD. Documento and Settings. Bibliografía Complementaria Maestría.

56. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) (Mayo 2002). *“Manual de Procedimientos para efectuar La Prueba de Necesidad en una Empresa”*. Universidad de Cienfuegos.
57. J. Monteagudo Y, A. Borroto N, C. Pérez T, H. Campebell. (Marzo 2004). *“La Producción Equivalente”*. Un método para elevar la efectividad para elevar los índices energéticos. Información. 26 diapositivas. Consultado 13 de septiembre.
58. J. P. Monteagudo Yáñez. (2002) *“Posibilidades de Financiamiento de las Tecnologías Limpias y Eficiencia Energética en el MERCOSUR”*. Gomelsky R. Energía y Desarrollo Sostenible. Santiago de Chile.
59. *“Tarea de Generalización Tecnología de la Gestión Total Eficiente de la Energía Programa de Trabajadores Sociales”*. Dirección Nacional. Bibliografía complementaria. 4 Páginas. Consultado 28 de octubre del 2007.

## Anexo 1.1



# “CONFERENCIA MUND

La Primera Conferencia Mundial de la Energía (CHE) se celebró en Londres en 1924 con la asistencia de especialistas de 24 países, aprobándose en dicha ocasión la Constitución de esta organización permanente internacional cuyo objetivo principal es promover el desarrollo y el uso pacífico de los recursos energéticos para el máximo beneficio de toda la humanidad expresada a nivel nacional e internacional.

Para lograr sus objetivos, la organización toma en consideración los recursos potenciales y todos los medios de producción, transportación, transformación y utilización de la energía en todos sus aspectos; además estudia el consumo de energía

Anexo 1.1a

# INTERNACIONALES ENERGETICAS

## IAL DE LA ENERGIA”

en sus relaciones globales con el desarrollo de la actividad económica en el área correspondiente. Adicionalmente dedica su atención a los aspectos sociales y ambientales del suministro y utilización de la energía, así como la difusión y publicación de datos de las actividades ya mencionadas.

Entre los métodos que utiliza la conferencia para cumplir sus tareas en el ámbito energético se encuentran: organización de Congresos Internacionales en forma periódica, actualmente cada 3 años, celebración de las reuniones del Consejo Ejecutivo Internacional anualmente, realización de estudios por comités técnicos, coordinación para el inter-

cambio de información entre los Comités Miembros, publicación de las Transactions e informes y además cada 6 años publica un volumen sobre los Recursos Energéticos Mundiales basado en los datos que se obtienen a través de encuestas realizadas al efecto.

Actualmente son miembros de la organización 79 países de todos los regímenes políticos y en todos los grados de desarrollo económico. Cada país o área geográfica está representada por un Comité el que a su vez está integrado por representación de los principales intereses energéticos de dicho país o área geográfica. La institución no tiene

## Anexo 1.1b

### ENERGETICAS

## “CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA”

carácter gubernamental aunque tiene fuerte representación del Área energética de los gobiernos de los países miembros. Los idiomas oficiales son el inglés y el francés, más el idioma del país donde tiene lugar el Congreso.

Cada tres años se celebrará un Congreso Internacional, así en 1980 fue en Munich, RFA, en 1983 tuvo lugar en Nueva Delhi, India y en 1986 será en Cannes, Francia. En estos Congresos se presentan y discuten informes técnicos relativos a todas las ramas de la energía, pero además ofrecen la oportunidad para el encuentro de expertos en energía que pueden así conocerse e intercambiar puntos de vista.

El Consejo Ejecutivo Internacional que es el «parlamento» de la Conferencia Mundial de la Energía se reúne anualmente y tiene la responsabilidad de elegir dos comités permanentes que desarrollan respectivamente los asuntos técnicos y administrativos de la organización. Además, existen 15 Comités de Estudios trabajando sobre problemas energéticos que presentan sus resultados en los Congresos correspondientes y algunas de sus actividades se describen a continuación:

En el aspecto tecnológico existen varios Comités cuyos miembros son reclutados entre expertos en

temas energéticos e ingenieros, siendo su propósito el intercambio de información y el desarrollo de la tecnología; entre estos se pueden citar los siguientes:

- Disponibilidad de las Centrales Térmicas, comprendiendo tanto las que queman combustibles fósiles como las nucleares en colaboración con la Organización Internacional para la energía atómica, trabajando en una metodología normalizada y a la compilación de datos.
- Uso racional de la energía en la Agricultura, el análisis de la utilización eficiente de la energía en la Agricultura en los países conducirá a beneficios económicos y permitirá la confección de una metodología que tendrá una base amplia de aplicación.
- El importante papel de la electricidad en el aspecto energético; en esta Comisión se investiga la influencia de la energía eléctrica sobre el progreso tecnológico, sobre la sociedad y las posibilidades de promover efectividad económica por medio de una utilización intensiva.
- «Consumo energético en Procesos Industriales», en este caso se trata de medir el consumo energético para un proceso ideal, para ser utilizado



## Anexo 1.1c

como modelo contra el cual comparan el comportamiento de un proceso real. El estudio examinará unos cuantos procesos seleccionados tales como el cemento, fabricación de pulpa y papel, petroquímica y otros.

En relación con los países en desarrollo, que son más del 50 % de los miembros de la organización se ha constituido un comité que toma en cuenta las propuestas de los países en desarrollo en una base regional, para establecer bases de datos coherentes, sistemas energéticos descentralizados y el papel de los recursos renovables, la necesidad de un uso más eficiente de la energía y los requerimientos en inversiones y de mano de obra calificada.

Sobre Normalización, la Conferencia ha adoptado cuatro recomendaciones para establecer factores de conversión estándar que se utilizan en todos los estudios y publicaciones de la organización; continuará preparando y publicando el informe

«Datos Energéticos Nacionales» de los países miembros, continúa produciendo un Glosario Multilingüe, actualmente en 8 idiomas, sobre terminología energética y finalmente también publica un Directorio de Centros de Información Energética de un gran valor como libro de consulta.

Nuestro país forma parte de la Conferencia Mundial de la Energía desde 1961 y el Comité Nacional Cubano está presidido actualmente por el Dr. Manuel Aguilera, Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Energía.

El próximo evento de esta organización será el 13° Congreso que tendrá lugar en Cannes, Francia en octubre de 1986 bajo el título «Energía: Necesidades y Expectativas». El Programa Técnico comprende cuatro divisiones bajo las siguientes temáticas: Tendencias mundiales de la energía desde 1970, relaciones entre economía, medio ambiente y energía, Cooperación Internacional: técnica y comercial y ¿A qué podemos aspirar?

Por primera vez y simultáneamente con el Congreso tendrá lugar una Exposición Internacional bajo el lema: «Energía: Tecnología actual y futura».

«Sin duda, la Conferencia Mundial de la Energía es una de las más representativas de las organizaciones internacionales no gubernamentales en los campos de la ciencia, técnica y economía energética y goza de un merecido prestigio en el ámbito mundial.

Ing. Mario Fleites, Dr. S.c.



Lic. Elsa Martín Carbonell

La red incluye también varios puntos focales subregionales como son:

- \* Banco Desarrollo del Caribe (Caribbean Development Bank)
- \* Comisión Económica de Naciones Unidas

## RED DE INFORMACION DE ENERGIA DEL CARIBE

El Sistema de Información de Energía del Caribe (Caribbean Energy Information System - CRIS) surge como una consecuencia de la adopción de un plan de acción de energía regional (REAP) por acuerdo de los gobiernos miembros del CARICOM (Comunidad del Caribe).

Los jefes de gobierno del CARICOM en la reunión de los países miembros en 1988 acordaron la ampliación del Sistema con la incorporación de Cuba, Surinam, Belize y Bahamas siguiendo una solicitud presentada por la UNESCO.

Dicho Sistema comenzó a operar a principios de 1987 y consiste en una red regional para el intercambio de información sobre energía y su uso entre los países del Caribe.

El objetivo fundamental es proporcionar a los países miembros un servicio que les permita controlar los desarrollos tecnológicos y de aplicación esenciales para los programas relacionados con el suministro de energía, su conversión y su uso.

El CRIS opera a través de un punto focal regional (PFR) ubicado en el Consejo Científico de Investigaciones de Jamaica (Scientific Research Council) y 13 puntos focales nacionales de los cuales 12 son de habla inglesa:

01. Antigua
  02. Barbados
  03. Islas Vírgenes Británicas
  04. Dominica
  05. Granada
  06. Guyana
  07. Jamaica
  08. Monserrat
  09. St. Kitts y Nevis
  10. San Vicente y las Granadinas
  11. Santa Lucía
  12. Trinidad y Tobago,
- y uno de habla hispana: Cuba.

para Latinoamérica (UNECLAM)

- \* Organización de Estados del Este del Caribe (OECS)

El CRIS cubre un amplio campo relacionado con las fuentes nuevas y renovables de energía, la conservación de la energía, la generación eléctrica y el petróleo entre otros.

Brinda servicios de estadística sobre productos energéticos, sus precios y usos en el Caribe, así como servicios de información sobre fuentes de asesoría energética en el Caribe, desarrollo de investigaciones en la esfera de la energía, equipamiento energético, servicio especializado de bibliografía energética, servicio de microfichas, resúmenes y acceso a bases de datos internacionales sobre energía.

Posee una base de datos propia para el servicio de los países miembros que cubre aspectos relacionados con la energía y las fuentes nuevas y renovables de energía, petróleo, proyectos de investigación sobre el petróleo, estadísticas, suministro, demanda, etc.

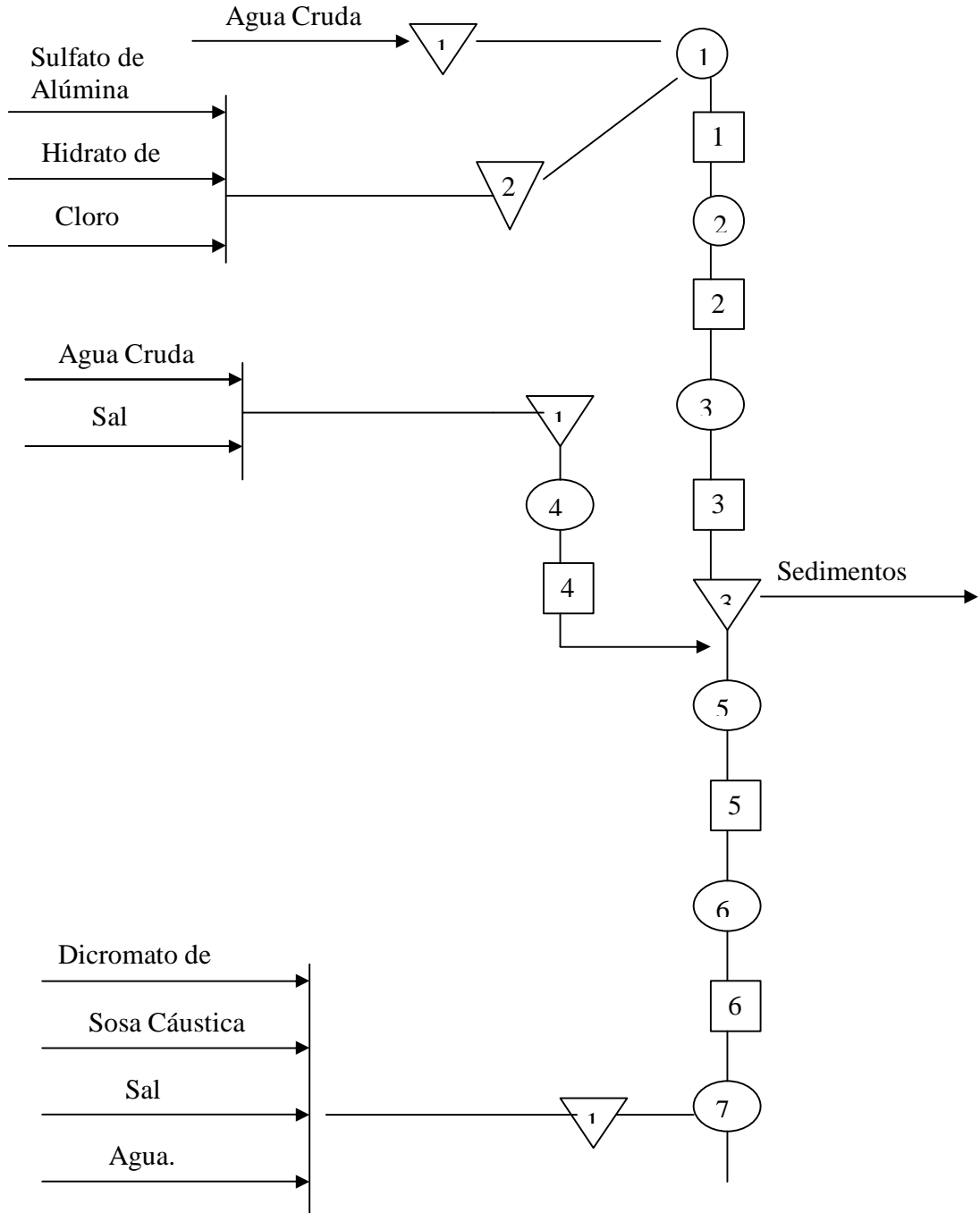
Fue financiado originalmente por la UNESCO y por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) del Canadá y en la actualidad por este último solamente.

El IDRC es una corporación pública creada en 1970 por el Parlamento de Canadá con el objeto de apoyar la investigación destinada a adaptar la ciencia y la tecnología a las necesidades de los países en desarrollo, aunque financiado exclusivamente por el Parlamento de Canadá sus políticas son trazadas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional.

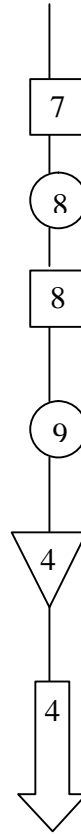
Cuba es miembro pleno del CRIS desde finales de 1991 designándose al Centro de Información Técnica de la Comisión Nacional de Energía como Punto Focal Nacional.



### ANEXO 1.3 Diagrama de flujo tecnológico.



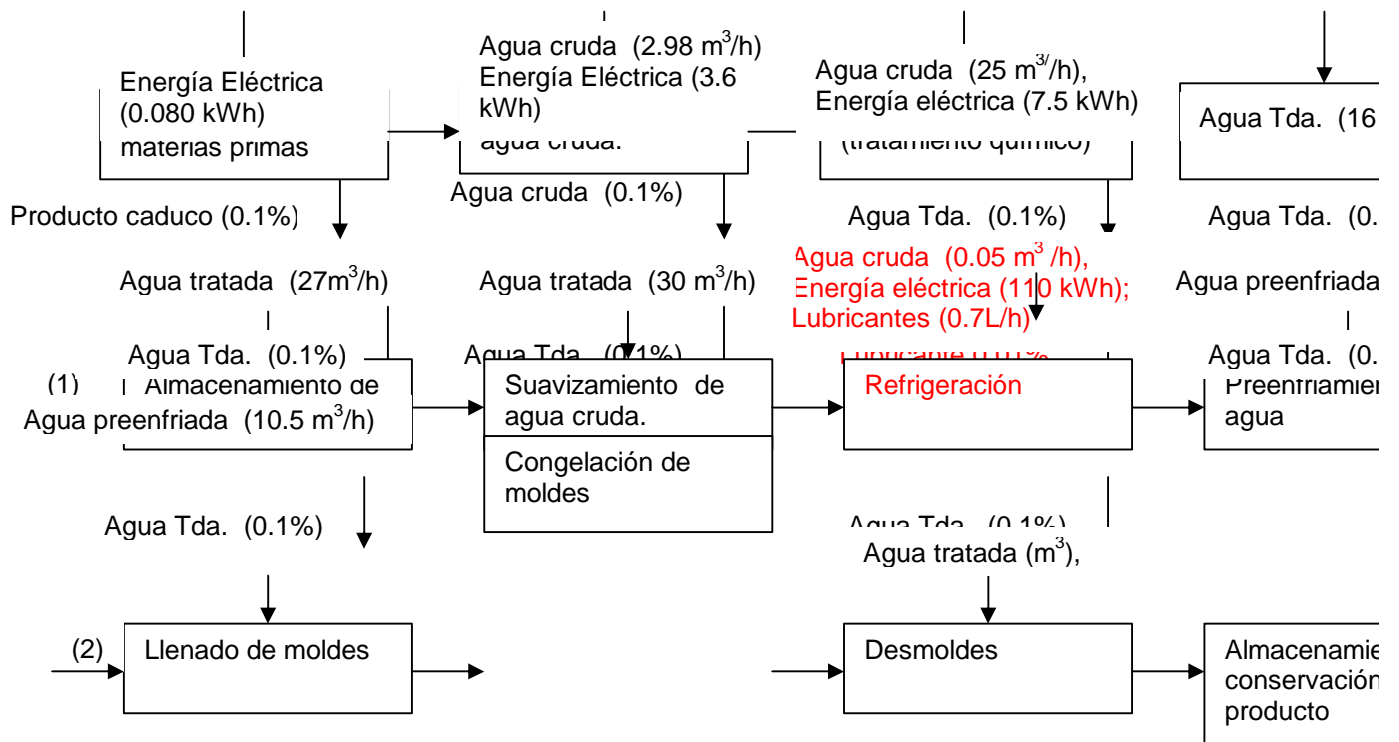
**ANEXO 1.3 Diagrama de flujo tecnológico. Continuación.**



## *LEYENDA*

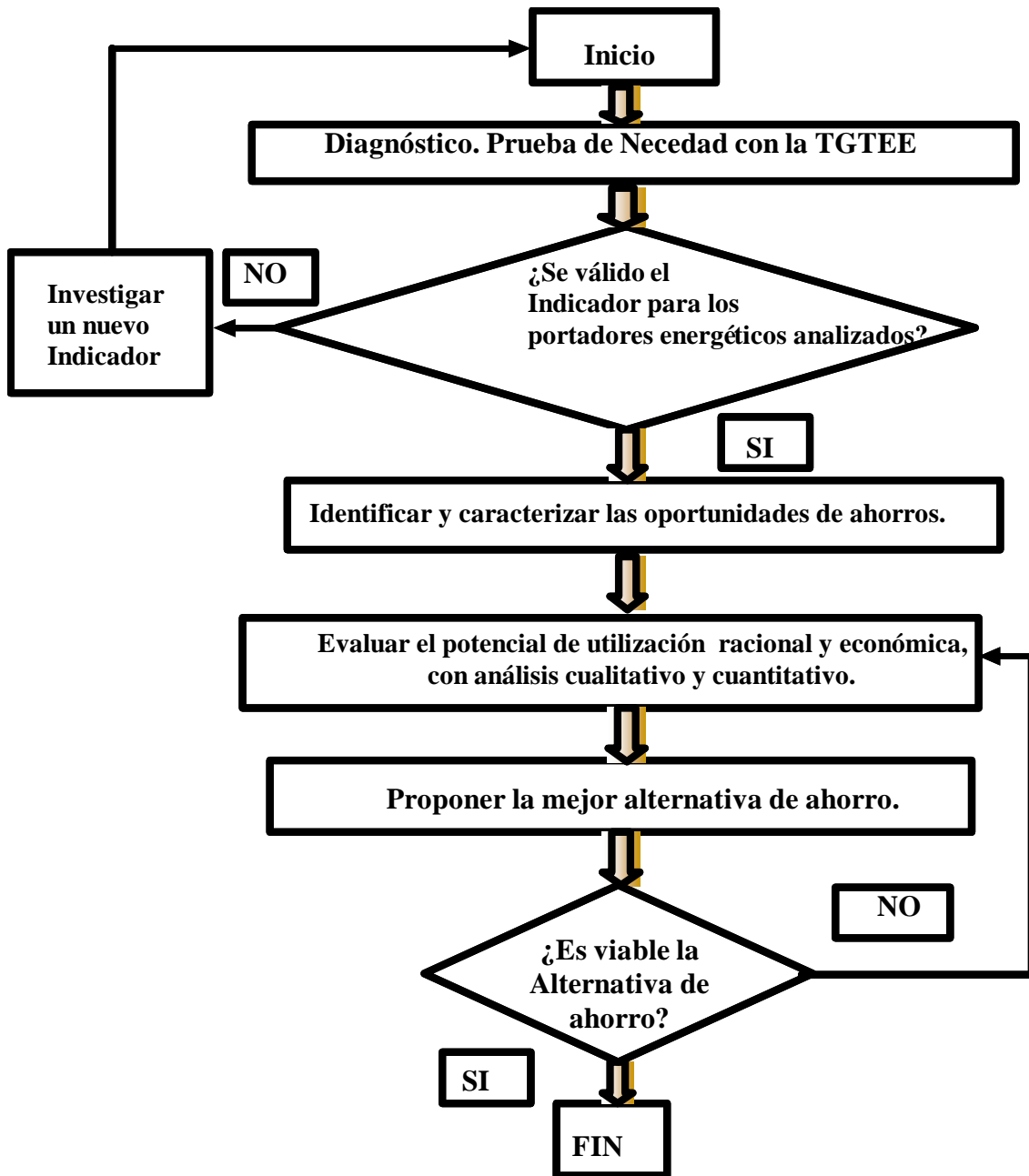
<i>Almacenamiento</i>	<i>1</i>	<i>Almacenamiento de los materiales.</i>
<i>Almacenamiento</i>	<i>2</i>	<i>Almacenamiento de agua cruda</i>
<i>Operación</i>	<i>1</i>	<i>Tanque reactor (tratamiento químico del agua).</i>
<i>Inspección</i>	<i>1</i>	<i>Inspección de la dureza, alcalinidad y cloro.</i>
<i>Operación</i>	<i>2</i>	<i>Filtración por arena del agua</i>
<i>Inspección</i>	<i>2</i>	<i>Comprobar si el producto cumple con las especificaciones de salida del filtro</i>
<i>Operación</i>	<i>3</i>	<i>Filtración por carbón del agua</i>
<i>Inspección</i>	<i>3</i>	<i>Comprobar si el producto cumple con las especificaciones de salida del filtro</i>
<i>Almacenamiento</i>	<i>3</i>	<i>Almacenamiento de agua tratada</i>
<i>Operación</i>	<i>4</i>	<i>Suavizado del agua</i>
<i>Inspección</i>	<i>4</i>	<i>Comprobar si el producto cumple con las especificaciones a la salida del suavizador</i>
<i>Operación</i>	<i>5</i>	<i>Pre-enfriamiento del agua</i>
<i>Inspección</i>	<i>5</i>	<i>Comprobar la temperatura de agua</i>
<i>Operación</i>	<i>6</i>	<i>Llenado de los moldes</i>
<i>Inspección</i>	<i>6</i>	<i>Inspeccionar la altura requerida</i>
<i>Operación</i>	<i>7</i>	<i>Preparación y ajuste de la sabnucera</i>
<i>Inspección</i>	<i>7</i>	<i>Comprobar si la sabnucera cumple con los parámetros establecidos.</i>
<i>Operación</i>	<i>8</i>	<i>Congelación del agua</i>
<i>Inspección</i>	<i>8</i>	<i>Comprobar el tiempo de congelación</i>
<i>Operación</i>	<i>9</i>	<i>Desmoldar</i>
<i>Almacenamiento</i>	<i>4</i>	<i>Almacenamiento de Producto Terminado</i>
<i>Transportación</i>	<i>1</i>	<i>Transportación del producto terminado.</i>

### Anexo 1.4 Diagrama de flujo productivo energético.



# ANEXO. Introducción 1.

## SECUENCIA DE APLICACIÓN DE LA TGTEE



Anexo 2.1 Tabla 2.4

<b>Tabla No. 2.4. Estructura de consumo por áreas</b>			
<b>Áreas producción de Hielo.</b>	<b>Consumo MW/año</b>	<b>% total</b>	<b>% acum.</b>
Sistema de Refrigeración	341.3	51.6	51.6
Línea de producción.	255.3	38.6	90.2
Sistema de bombeo	56.9	8.6	98.8
Áreas administrativas.	7.9	1.2	100.0
<b>Total.</b>	<b>661.4</b>	<b>88.0</b>	<b>88.0</b>
<b>Deposito de Cerveza. y Soplado de envases</b>			
Sistema de aire para soplado	30.5	76.5	76.5
Línea de soplado	6.1	15.3	91.9
Sistema de bombeo	1.4	3.6	95.4
Áreas administrativas.	1.8	4.6	100.0
<b>Total.</b>	<b>39.8</b>	<b>5.2</b>	<b>93.3</b>
<b>Taller Fabril</b>			
Maquinadas Herramientas	50.0	99.3	99.3
Alumbrado	0.4	0.8	0.7
<b>Total.</b>	<b>50.4</b>	<b>6.8</b>	<b>%100.0</b>
<b>Total General</b>	<b>751.6</b>		

Anexo 2.2 Tabla 2.5

<b>Tabla No.2.5. Estructura de consumo por equipos dentro de las áreas claves.</b>				
<b>Hielo</b>				
<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo por horas</b>	<b>Repuesto</b>	<b>Total</b>
Compresor de frío	2	110.0	0.0	110.0
Grúa viajera	1	17.0	0.0	17.0
Electrobomba de torre enf.	2	33.0	16.5	16.5
Máquina de soldar	1	16.2	0.0	16.2
Electrobomba de agua tta.	2	15.0	7.50	7.50
Recirculador de salmuera	1	7.5	0.0	7.5
Recirculador de salmuera	4	12.0	6.0	6.0
Puerta	1	5.0	0.0	5.0
Alumbrado		4.6	0.0	4.6
Electrobomba de agua cruda.	2	6.9	3.45	3.45
Compresor de aire	1	2.2	0.0	2.2
<b>Deposito de cerveza a granel y soplado de envases.</b>				
Compresor de aire	2	2.10	0.0	21.0

<b>Ventilador de techo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>
<b>Alumbrado</b>		<b>1.24</b>	<b>0.0</b>	<b>1.24</b>
Ventilador	2	1.1	0.0	1.1
Splin de aire acondicionado	1	1.1	0.0	1.1
Bomba de despacho de ron	1	1	0.0	1.0
<b>Taller Fabril.</b>				
<b>Fresa</b>	<b>1</b>	<b>15.56</b>	<b>0.0</b>	<b>15.6</b>
<b>Torno búlgaro</b>	<b>1</b>	<b>10.73</b>	<b>0.0</b>	<b>10.73</b>
<b>Piedra</b>	<b>1</b>	<b>2.8</b>	<b>0.0</b>	<b>2.8</b>
<b>Segueta</b>	<b>1</b>	<b>2.8</b>	<b>0.0</b>	<b>2.8</b>
<b>Taladro</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>0.0</b>	<b>2.5</b>



Anexo 2.3 Tabla 2.6

<b>Tabla No.2.6. Índices de consumo por áreas claves.</b>			
<b>Áreas producción de Hielo.</b>	<b>Consumo MW/año</b>	<b>Índice</b>	<b>Valor cuantitativo</b>
<b>Sistema de Refrigeración</b>	<b>341.3</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>126.344</b>
<b>Línea de producción.</b>	<b>255.3</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>94.513</b>
Sistema de bombeo	56.9	Mw./ton	21.057
Áreas administrativas.	7.9	Mw./ton	2.938
<b>Total.</b>	<b>661.4</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>244,852</b>
<b>Deposito de Cerveza y Soplado de envases</b>			
<b>Sistema de aire para soplado</b>	<b>30.5</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>11.068</b>
<b>Línea de soplado</b>	<b>6.1</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>2.214</b>
Sistema de bombeo	1.4	Mw./ton	0.520
Áreas administrativas.	1.8	Mw./ton	0.666
<b>Total.</b>	<b>39.8</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>14,468</b>
<b>Taller Fabril</b>			
<b>Maquinadas Herramientas</b>	<b>50.0</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>18.788</b>
Alumbrado	0.4	Mw./ton	0.151
<b>Total.</b>	<b>50.4</b>	<b>Mw./ton</b>	
<b>Total General</b>	<b>751.6</b>	<b>Mw./ton</b>	<b>18,939</b>

## Encuesta No.1: Para dirigentes y técnicos

Dirigente \_\_\_ Técnico\_\_\_\_\_

Valore las afirmaciones que a continuación se exponen en relación al área que usted dirige:

Afirmación	Comp. Falso	Fals	Ni falso ni verd.	Verd	Comp. Verdad.
1. S1. Se desconoce el consumo total y la estructura de consumo desagregado por tipo de energético, áreas, sistemas y equipos.					
2. Se desconoce el costo de la energía y su impacto en los costos totales.					
3. No se cuenta con indicadores de eficiencia energética ni de consumo.					
4.No existe un sistema de información energética organizado o se encuentra en distintos departamentos y desordenado.					
5. La instrumentación es insuficiente o no se encuentra en condiciones de ser utilizada.					
6. Se desconocen los potenciales de ahorro y no existe el banco de problemas energéticos.					
7.No se han realizado actividades de capacitación en eficiencia energética a la dirección o el personal especializado y de operación.					
8. Se conoce el consumo total por portadores energéticos pero no se ha alcanzado la desagregación total hasta las áreas, sistemas y equipos mayores consumidores por problemas de instrumentación.					
9. Existen indicadores de consumo a nivel de Empresa pero no se ha podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.					
10. Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren					

desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro.					
11. Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el récord histórico de la Empresa, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.					
12. Se logran ahorros básicamente por eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles, no se monitorean diariamente estos ahorros.					
13. Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía, sin embargo no están involucradas todas las áreas, cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.					
14. El banco de problemas no responde a los resultados de la realización de diagnósticos o auditorías energéticas en la Empresa.					
15. Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de Empresa.					
16. No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.					
17. Se cuenta con el total apoyo de la dirección de la Empresa y todas sus áreas.					
18. Existen los índices de consumo y de eficiencia energética bien identificados desde el nivel de Empresa hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores.					
19. Se responsabiliza a un Comité o Grupo de Trabajo para llevar a cabo las principales acciones y medidas establecidas en el programa de ahorro.					
20. El banco de problemas energéticos es resultado de diagnósticos y auditorías energéticas realizadas a la Empresa y que se ejecutan en forma sistemática					
21. El banco de problemas energéticos cuenta con un banco de soluciones preevaluadas económicamente y que tiene medidas a corto, mediano y largo plazo					
22. Se aplica un sistema de información o contabilidad energética que permite el control sistemático de las áreas y equipos mayores consumidores que permite la toma de medidas antes de finalizar el mes.					

23. Se aplica un programa de divulgación y motivación sobre el ahorro de energía a nivel de Empresa que abarca las áreas y personal de operación donde se deciden los consumos.					
24. Se encuentra capacitada de forma especializada la dirección, los especialistas y los operadores de los equipos principales en lo que respecta a eficiencia energética.					
25. Existe cumplimiento del plan de consumo pero se trabaja fundamentalmente en base a los índices de eficiencia energética, los cuales se mantiene en el tiempo bajo control.					
26. Se aplican medidas que requieren inversiones medianas con períodos de amortización de hasta 1,5 años.					
27. Existe un programa de ahorro de energía continuo y sistemático aplicando el proceso PHVA.					
28. Se logra la participación de todo el personal que domina los indicadores de su área y a través de los círculos de calidad evalúan y proponen periódicamente nuevas medidas de ahorro y uso racional.					
29. Se evalúa sistemáticamente el impacto del programa de ahorro.					
30. Se encuentran en ejecución medidas a corto, mediano y largo plazo del banco de soluciones.					
31. Se aplican continuamente a nivel de áreas y equipos las herramientas básicas para el control energético.					
32. En los objetivos de trabajo de la Empresa se encuentran metas y acciones concretas para mejorar los indicadores de eficiencia energética alcanzados.					
33. Existen profesionales especializándose en la actividad de eficiencia energética.					
34. Se efectúan intercambios de experiencias, talleres y eventos sobre eficiencia energética en la Empresa donde se estimulan las mejores áreas, los mejores operadores y los mejores trabajos.					
35. Se desconoce el consumo total y la estructura de consumo desagregado por tipo de energético, áreas, sistemas y equipos.					
36. Se desconoce el costo de la energía y su					

impacto en los costos totales.					
37. No se cuenta con indicadores de eficiencia energética ni de consumo.					
38. No existe un sistema de información energética organizado o se encuentra en distintos departamentos y desordenado.					
39. La instrumentación es insuficiente o no se encuentra en condiciones de ser utilizada.					
40. Se desconocen los potenciales de ahorro y no existe el banco de problemas energéticos.					
41. No se han realizado actividades de capacitación en eficiencia energética a la dirección o el personal especializado y de operación.					
42. Se conoce el consumo total por portadores energéticos pero no se ha alcanzado la desagregación total hasta las áreas, sistemas y equipos mayores consumidores por problemas de instrumentación.					
43. Existen indicadores de consumo a nivel de Empresa pero no se ha podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.					
44. Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro.					
45. Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el récord histórico de la Empresa, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.					
46. Se logran ahorros básicamente por eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles, no se monitorean diariamente estos ahorros.					
47. Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía, sin embargo no están involucradas todas las áreas, cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.					
48. El banco de problemas no responde a los resultados de la realización de diagnósticos o Auditorías energéticas en la Empresa.					
49. Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de Empresa.					

50. No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.					
51. Se cuenta con el total apoyo de la dirección de la Empresa y todas sus áreas.					
52. Existen los índices de consumo y de eficiencia energética bien identificados desde el nivel de Empresa hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores.					
53. Se responsabiliza a un Comité o Grupo de Trabajo para llevar a cabo las principales acciones y medidas establecidas en el programa de ahorro.					
54. El banco de problemas energéticos es resultado de diagnósticos y Auditorías energéticas realizadas a la Empresa y que se ejecutan en forma sistemática					
55. El banco de problemas energéticos cuenta con un banco de soluciones preevaluadas económicamente y que tiene medidas a corto, mediano y largo plazo					
56. Se aplica un sistema de información o contabilidad energética que permite el control sistemático de las áreas y equipos mayores consumidores que permite la toma de medidas antes de finalizar el mes.					
57. Se aplica un programa de divulgación y motivación sobre el ahorro de energía a nivel de Empresa que abarca las áreas y personal de operación donde se deciden los consumos.					
58. Se encuentra capacitada de forma especializada la dirección, los especialistas y los operadores de los equipos principales en lo que respecta a eficiencia energética.					
59. Existe cumplimiento del plan de consumo pero se trabaja fundamentalmente en base a los índices de eficiencia energética, los cuales se mantiene en el tiempo bajo control.					
60. Se aplican medidas que requieren inversiones medianas con períodos de amortización de hasta 1,5 años.					
61. Existe un programa de ahorro de energía continuo y sistemático aplicando el proceso PHVA.					
62. Se logra la participación de todo el personal que domina los indicadores de su área y a través de los círculos de calidad					

evalúan y proponen periódicamente nuevas medidas de ahorro y uso racional.					
63. Se evalúa sistemáticamente el impacto del programa de ahorro.					
64. Se encuentran en ejecución medidas a corto, mediano y largo plazo del banco de soluciones.					
65. Se aplican continuamente a nivel de áreas y equipos las herramientas básicas para el control energético.					
66. En los objetivos de trabajo de la Empresa se encuentran metas y acciones concretas para mejorar los indicadores de eficiencia energética alcanzados.					
67. Existen profesionales especializándose en la actividad de eficiencia energética.					
68. Se efectúan intercambios de experiencias en talleres y eventos sobre eficiencia energética en la Empresa donde se estimulan las mejores áreas, los mejores operadores y los mejores trabajos.					

## Encuesta No.2:

### A: Trabajadores

1. Considera usted que de aplicar medidas de eficiencia energética su empresa pudiera ahorrar energía.

No \_\_\_\_ 1-3% \_\_\_\_ 4-6% \_\_\_\_ 7-10% \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

2. Establezca un orden de prioridad a los aspectos siguientes para incrementar la eficiencia energética

? Mayor exigencia de la dirección.

? Mayor organización.

? Mayor control.

? Mayor capacitación.

? Mayor atención al hombre.

? Mayor estimulación.

? Mayor disciplina tecnológica.

? Mejorar los hábitos de operación y control.

? Mejor mantenimiento.

? Mejor estado técnico.

3. Cómo valora la capacitación en su empresa en aspectos energéticos.

Mucha \_\_\_\_ Suficiente \_\_\_\_ Poca \_\_\_\_ Nada \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

4. Marque el grado de conocimiento que usted tiene sobre:

No	Aspectos	E	B	R	M	S/C
a)	Operación.					
b)	Mantenimiento.					
c)	Instrumentación					
d)	Índice de consumo y normas.					



e)	Datos generales de equipos y procesos.					
f)	Fallas y consecuencias de fallas o interrupciones.					
g)	Magnitudes de perdidas energéticas.					
h)	Lugares de mayores pérdidas energéticas.					
i)	Causas de pérdidas energéticas.					
j)	Efecto sobre el medio ambiente de la actividad energética.					
k)	Medidas de ahorro energético.					

5. Al comparar los indicadores energéticos de su empresa con similares nacionales, internacionales y regionales usted puede decir son:

De avanzada \_\_\_\_ Aceptables \_\_\_\_ Por debajo \_\_\_\_ Muy por debajo \_\_\_\_  
No se \_\_\_\_

6. Considera que la actividad energética de su empresa afecta al medio ambiente. Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ No se \_\_\_\_.

A que:

(a) Atmósfera.

(b) Suelo.

(c) Agua.

(d) Trabajadores.

(e) Población.

(f) No se.

7. Como usted valora la Gestión Energético Ambiental de su empresa.

No se \_\_\_\_ Excelente \_\_\_\_ Buena \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Mala \_\_\_\_

8. Usted se considera capacitado en relación a la afectación del medio ambiente que produce su empresa.

Muy bien \_\_\_\_ Bien \_\_\_\_ Regular \_\_\_\_ Mal \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

9. Marque como es el dominio de usted sobre los siguientes términos.

<b>Términos</b>	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>S/C</b>
Medio ambiente					
Contaminación Sonora					
Contaminación Atmosférica					
Efecto invernadero					
Lluvias ácidas					
Energía sustentable					
Eficiencia energética					
Contaminación ambiental					

10. Valore la política de inversiones de la empresa para mejorar la eficiencia energética.

<b>Términos</b>	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>	<b>S/C</b>
Política					
Científica					
Tecnológica					
Productiva					
Financiera					

11. Mencione tres áreas que tienen más consumo energético en su empresa.

12. Mencione tres índices de eficiencia que usted controla en su área.

13. Mencione los tres factores que más inciden en la eficiencia energética de su área. Equipos viejos, falta de materiales para reparar, las reparaciones no son periódicas.

14. Como usted evalúa la disciplina tecnológica de su área en relación con la eficiencia energética.

Excelente \_\_\_ Bien \_\_\_ Regular \_\_\_ Mal \_\_\_ No tengo criterios \_\_\_

15. Como es la fluctuación laboral en su área.

Alta \_\_\_\_ Media \_\_\_\_ Baja \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

16. El personal a su cargo se encuentra calificado para enfrentar la eficiencia energética.

Alta \_\_\_\_ Media \_\_\_\_ Baja \_\_\_\_ No se \_\_\_\_

17. Marque con una cruz cuales de estas actividades usted realiza como parte de sus funciones:

<input type="checkbox"/>	Aplicar normas, indicadores y reglamentaciones para elevar la eficiencia energética
<input type="checkbox"/>	Establecer metas de eficiencia energética
<input type="checkbox"/>	Evaluar técnica y económicamente medidas de incremento de eficiencia energética
<input type="checkbox"/>	Diagnosticar problemas de eficiencia energética
<input type="checkbox"/>	Inspeccionar la eficiencia energética de las áreas
<input type="checkbox"/>	Recopila y procesa información sobre consumos energéticos
<input type="checkbox"/>	Calcula potenciales de incremento de eficiencia energética
<input type="checkbox"/>	Evaluar causas que influyan sobre eficiencia energética del área

18. Usted ha recibido cursos relacionados con la actividad de eficiencia energética

<input type="checkbox"/>	Nunca
<input type="checkbox"/>	Últimos 5 años
<input type="checkbox"/>	Último año
<input type="checkbox"/>	Más de 5 años
<input type="checkbox"/>	No se

## Anexo2.4 Encuesta

### Encuesta No.3:

Años de Experiencia laboral \_\_\_\_\_ Calificación: Obrero\_\_\_\_\_

Área:

1. Considera que usted puede ahorrar energía en su puesto de trabajo mediante:

	<b>mucho</b>	<b>poco</b>	<b>nada</b>	<b>no se</b>
? Mejorando la operación				
? Mejorando el mantenimiento				
? Mejorando la instrumentación				
? Mejorando los registros de control				
? Mejorando el nivel de conocimiento				
? Mejorando mi motivación				
? Mejorando las condiciones de trabajo				
? Mejorando la automatización				
? Mejorando la cantidad y calidad de las inspecciones				
? Mejorando la política de estímulo				

5. Que portadores energéticos se utilizan en su área de trabajo.

( ) Electricidad ( ) Vapor ( ) Petróleo ( ) Bagazo ( ) Condensado caliente.

a) Conoce la cantidad que se consume.

( ) Si ( ) No Explique de cuales:

b) Conoce las medidas de ahorro para cada uno de ellos

( ) Si ( ) No

c) En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía

( ) Si ( ) No ( ) No se

13. Recibe usted algún estímulo por la mejora de la Eficiencia Energética.

Moral \_\_\_\_\_ Material \_\_\_\_\_

14. Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo,

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

15. Ha recibido cursos de calificación:

	Si	No
<b>Cuando comenzó a trabajar</b>		

	Mensualmente	Anual	Bianual	otros
<b>Periódicamente</b>				

16. Señale los parámetros que usted registra periódicamente para garantizar la eficiencia energética de los equipos.

Ninguno

17. Cuáles son las principales pérdidas energéticas que existe en su equipo.

Falta de Hermeticidad
Rotura en puerta
Mal estado en piso, techo, paredes.

18. Cuáles son los índices de eficiencia energética que usted debe controlar en su área.

No sé

19. Cuáles son los parámetros para ahorrar energía que usted debe controlar en su área.

Temperatura

20. Cuáles son las actividades de mantenimiento que usted realiza para mantener la eficiencia energética de su equipo.

Reparación de techo
Reparación de puerta
Reparación de piso

21. Sabe usted que contaminación provoca su área de trabajo.

Si     No     No se

22. Según su opinión la actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.

Si     No     No se

23. Sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo.

24. Se considera informado:  Ampliamente  Suficiente  Escasamente  
 No informado

25. Mencione la primera afectación medio ambiental que recuerde.

Salidero de amoníaco

26. Marque con una cruz (x) aquella vía donde usted ha recibido educación energética.

<input type="checkbox"/> Enseñanza Primaria	<input type="checkbox"/> Tecnológica	<input type="checkbox"/> Prensa Escrita
---	--------------------------------------	---

<input type="checkbox"/> Enseñanza Secundaria	<input type="checkbox"/> Post Grados	<input type="checkbox"/> Vía Radial
<input type="checkbox"/> Enseñanza Preuniversitaria	<input type="checkbox"/> Auto preparación	<input type="checkbox"/> Vía televisiva
<input type="checkbox"/> Enseñanza Universitaria	<input type="checkbox"/> Relación Interpers.	<input type="checkbox"/> Ninguna

27. Marque con una cruz (x) aquella vía donde usted ha recibido educación ambiental

<input type="checkbox"/> Enseñanza Primaria	<input type="checkbox"/> Tecnológica	<input type="checkbox"/> Prensa Escrita
<input type="checkbox"/> Enseñanza Secundaria	<input type="checkbox"/> Post Grados	<input type="checkbox"/> Vía Radial
<input type="checkbox"/> Enseñanza Preuniversitaria	<input type="checkbox"/> Auto preparación	<input type="checkbox"/> Vía televisiva
<input type="checkbox"/> Enseñanza Universitaria	<input type="checkbox"/> Relación Interpers.	<input type="checkbox"/> Ninguna

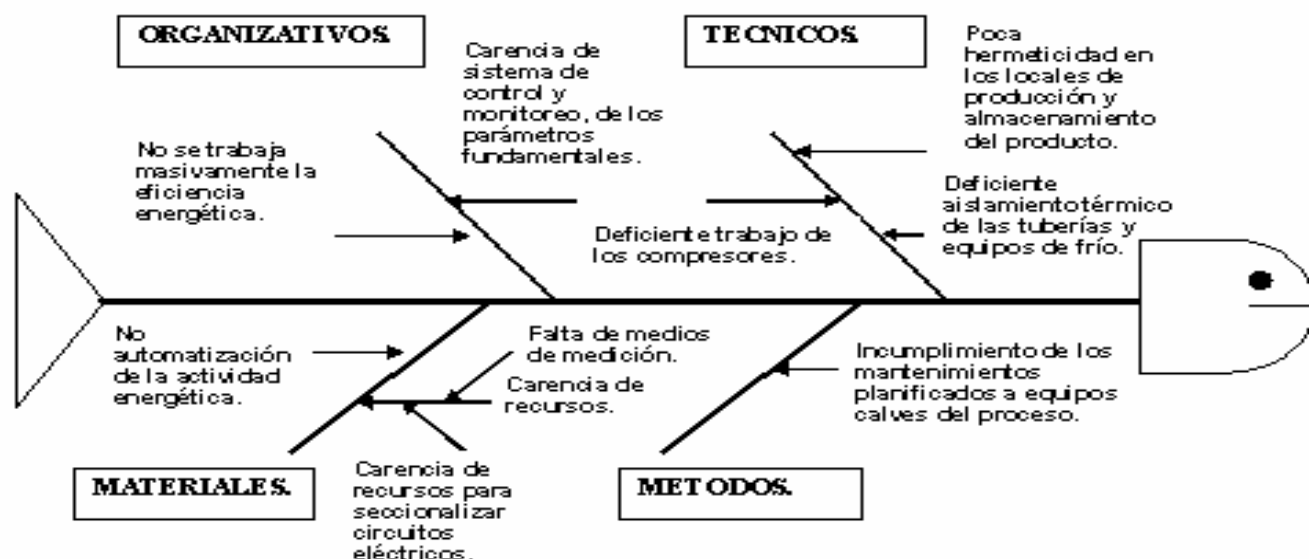
28. La empresa cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.

Si       No       No se      Diga algunas medidas.

29 La empresa ha sido objeto de Auditorías ambientales.

Si       No

**Fig. 2.2 Diagrama de Causas y Efectos que identifican los principales problemas energéticos.**

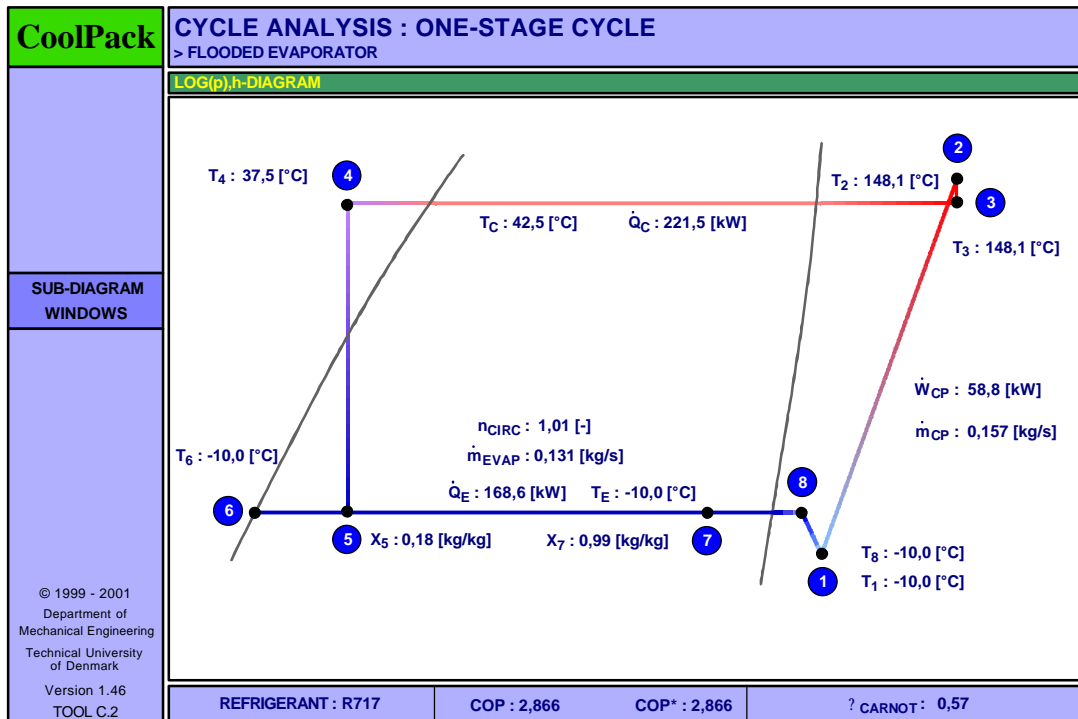




### Anexo 3.1 .Caso Base. Evaluación del funcionamiento del ciclo de refrigeración en las condiciones actuales (Caso base).

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: -10,0	? PSL [K]: 0,1	$x_{OUT}$ [kg/kg]: 0,99	R717
$T_C$ [°C]: 42,5 ? $T_{SC}$ [K]: 5,0	? PDL [K]: 0		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW]: 168,6	$\dot{Q}_E$ : 168,6 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 221,5 [kW]	$\dot{m}$ : 0,157 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 238,0 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency $\eta_{IS}$ [-]: 0,7	? $\eta_{IS}$ : 0,700 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 58,8 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%]: 10	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 148,1 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 5,88 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K]: 0,0	$\dot{Q}_{SL}$ : 19 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------



© 1999 - 2001  
 Department of  
 Mechanical Engineering  
 Technical University  
 of Denmark  
 Version 1.46  
 TOOL C.2

STATE POINTS					
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]	
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4	Pressure ratio ( $p_2 / p_1$ ) : 5,765
2	148,1	1670,5	1770,5	8,5	
3	148,1	1670,5	1770,5	8,5	$T_{2,IS}$ : 119,2 [°C] $T_{2,IS}$ is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
4	37,5	1670,5	363,3	583,3	
5	-10,0	290,9	363,3	----	$T_{2,W}$ : 162,7 [°C] $T_{2,W}$ is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
6	-10,0	290,9	133,2	651,9	
7	-10,0	290,9	1421,1	----	
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4	

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------

### AUXILIARY

#### VOLUMETRIC EFFICIENCY

Volumetric efficiency $\eta_{VOL}$ [-]	<input type="text" value="0,9"/>	$\eta_{VOL}$ : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 238,0 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 264,4 [m <sup>3</sup> /h]
<small><math>\dot{V}_S</math> can be selected as input in the Cycle Specification window</small>				

#### UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER

Temperature increase $\Delta T_{WATER}$ [K]	<input type="text" value="10"/>	$\Delta T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 4,062 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 46,69 [kW]
		$T_{DL,OUT}$ : 148,1 [°C]	$T_C$ : 42,5 [°C]	

Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature  $T_{DL,OUT}$ .  
 $\dot{Q}_C$  in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.

#### ENERGY CONSUMPTION

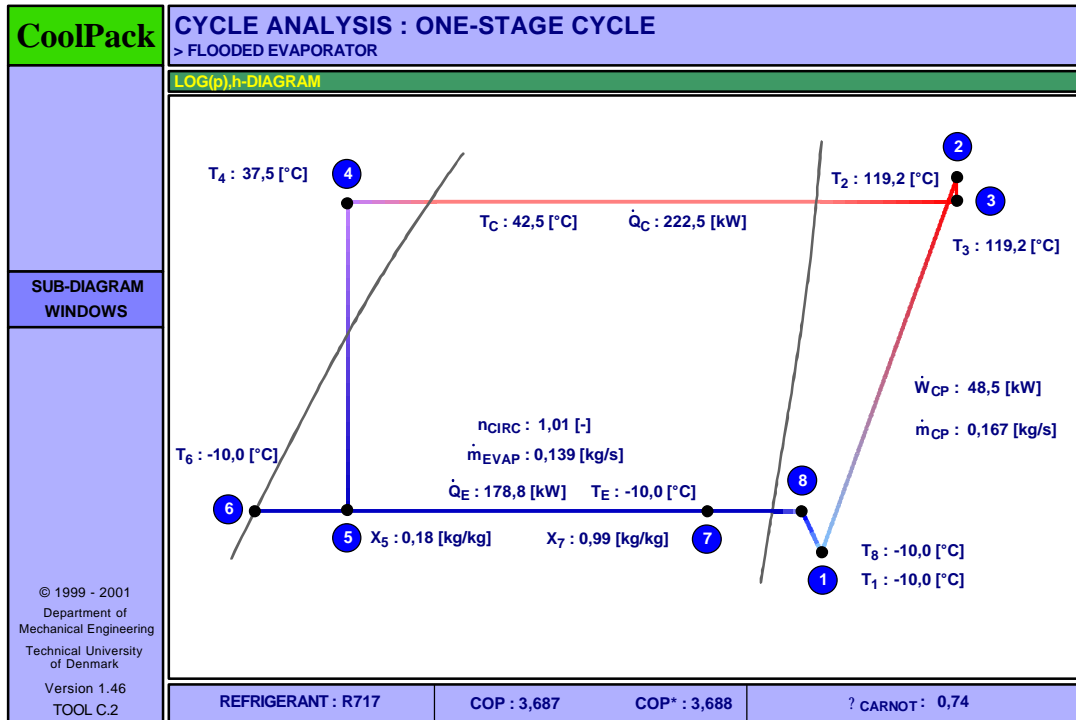
Hours of operation [h]	<input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 515279 [kWh]
------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

#### PIPE DIMENSIONS

PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	91,7	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	44,2	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	23,9	State Point #4

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------

### Anexo 3.2. Variante 1: Sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico.



**STATE POINTS**

STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]	
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4	Pressure ratio ( $p_2 / p_1$ ) : 5,760
2	119,2	1669,2	1695,7	9,3	
3	119,2	1669,2	1695,7	9,3	$T_{2,IS} : 119,2 [^{\circ}\text{C}]$ <i>T<sub>2,IS</sub> is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression</i>
4	37,5	1669,2	363,1	583,3	$T_{2,W} : 130,3 [^{\circ}\text{C}]$ <i>T<sub>2,W</sub> is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression</i>
5	-10,0	290,9	363,1	---	
6	-10,0	290,9	133,2	651,9	
7	-10,0	290,9	1421,1	---	
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4	

		COP : 3,687	COP* : 3,688
--	--	-------------	--------------

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: <input type="text" value="-10,0"/>	? $p_{SL}$ [k]: <input type="text" value="0,1"/>	$x_{OUT}$ [kg/kg] <input type="text" value="0,99"/>	<input type="text" value="R717"/>
$T_C$ [°C]: <input type="text" value="42,5"/> ? $T_{SC}$ [K]: <input type="text" value="5,0"/>	? $p_{DL}$ [k]: <input type="text" value="0"/>		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW] <input type="text" value="178,8"/>	$\dot{Q}_E$ : 178,8 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 222,5 [kW]	$\dot{m}$ : 0,167 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 252,3 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency ? $\eta_{IS}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{IS}$ : 0,900 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 48,5 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%] <input type="text" value="10"/>	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 119,2 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 4,85 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K] <input type="text" value="0,0"/>	$\dot{Q}_{SL}$ : 20 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

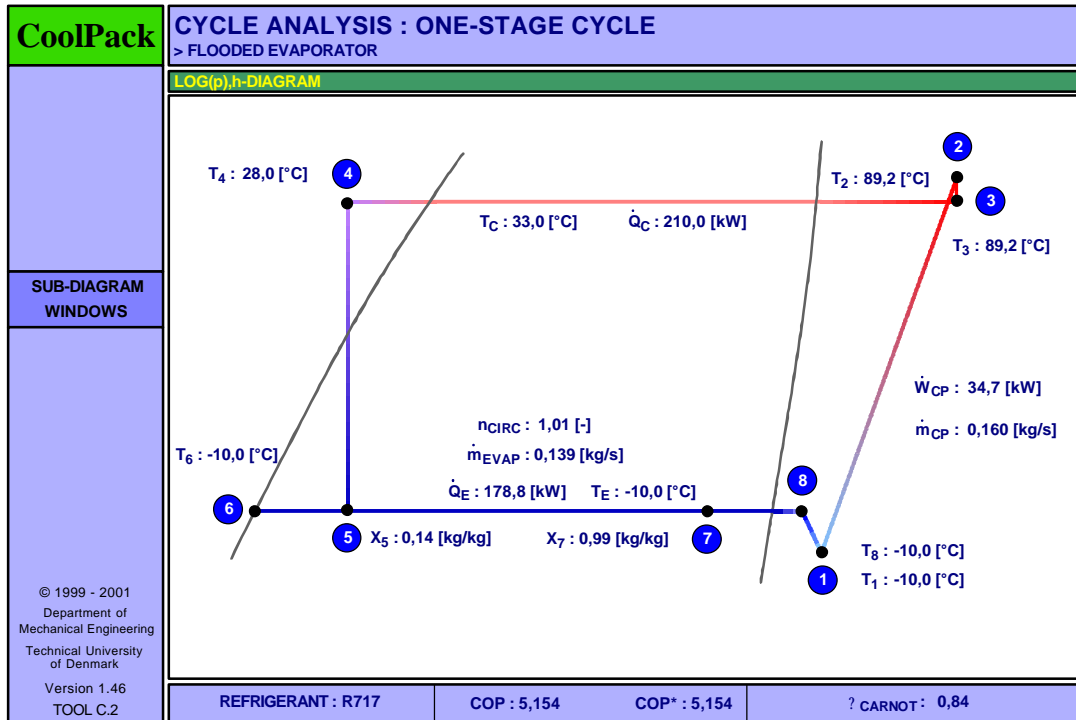
		COP : 3,687	COP* : 3,688
--	--	-------------	--------------

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency ? $\eta_{VOL}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{VOL}$ : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 252,3 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 280,4 [m <sup>3</sup> /h]
<small><math>\dot{V}_S</math> can be selected as input in the Cycle Specification window</small>			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ? $T_{WATER}$ [K] <input type="text" value="10"/>	? $T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 3,22 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 37,02 [kW]
	$T_{DL,OUT}$ : 119,2 [°C]	$T_C$ : 42,5 [°C]	
<small>Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature <math>T_{DL,OUT}</math>. <math>\dot{Q}_C</math> in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.</small>			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] : <input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 424771 [kWh]		

PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	94,5	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	43,6	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	24,6	State Point #4

		COP : 3,687	COP* : 3,688
--	--	-------------	--------------

**Anexo 3.3. Variante 2: Sustitución del compresor AU-200 por compresor más eficiente y económico y ajuste de la presión de condensación hasta el valor de diseño.**



**STATE POINTS**

STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[ $^{\circ}\text{C}$ ]	[kPa]	[kJ/kg]	[ $\text{kg/m}^3$ ]	
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4	Pressure ratio ( $p_2 / p_1$ ) : 4,411
2	89,2	1278,0	1629,6	7,7	
3	89,2	1278,0	1629,6	7,7	$T_{2,IS} : 96,7 [^{\circ}\text{C}]$
4	28,0	1278,0	315,8	598,2	$T_{2,IS}$ is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
5	-10,0	290,9	315,8	---	$T_{2,W} : 97,5 [^{\circ}\text{C}]$
6	-10,0	290,9	133,2	651,9	
7	-10,0	290,9	1421,1	---	
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4	

$T_{2,IS}$  is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression

		COP : 5,154	COP* : 5,154
--	--	-------------	--------------

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: <input type="text" value="-10,0"/>	? $p_{SL}$ [k]: <input type="text" value="0,1"/>	$x_{OUT}$ [kg/kg] <input type="text" value="0,99"/>	<input type="text" value="R717"/>
$T_C$ [°C]: <input type="text" value="33,0"/> ? $T_{SC}$ [K]: <input type="text" value="5,0"/>	? $p_{DL}$ [k]: <input type="text" value="0"/>		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW] <input type="text" value="178,8"/>	$\dot{Q}_E$ : 178,8 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 210,0 [kW]	$\dot{m}$ : 0,160 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 241,7 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency ? $\eta_{IS}$ [-] <input type="text" value="0,99"/>	? $\eta_{IS}$ : 0,990 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 34,7 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%] <input type="text" value="10"/>	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 89,2 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 3,47 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K] <input type="text" value="0,0"/>	$\dot{Q}_{SL}$ : 19 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

		COP : 5,154	COP* : 5,154
--	--	-------------	--------------

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency ? $\eta_{VOL}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{VOL}$ : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 241,7 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 268,5 [m <sup>3</sup> /h]
<small><math>\dot{V}_S</math> can be selected as input in the Cycle Specification window</small>			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ? $T_{WATER}$ [K] <input type="text" value="10"/>	? $T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 2,199 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 25,37 [kW]
	$T_{DL,OUT}$ : 89,2 [°C]	$T_C$ : 33,0 [°C]	
<small>Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature <math>T_{DL,OUT}</math>. <math>\dot{Q}_C</math> in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.</small>			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] : <input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 303909 [kWh]		

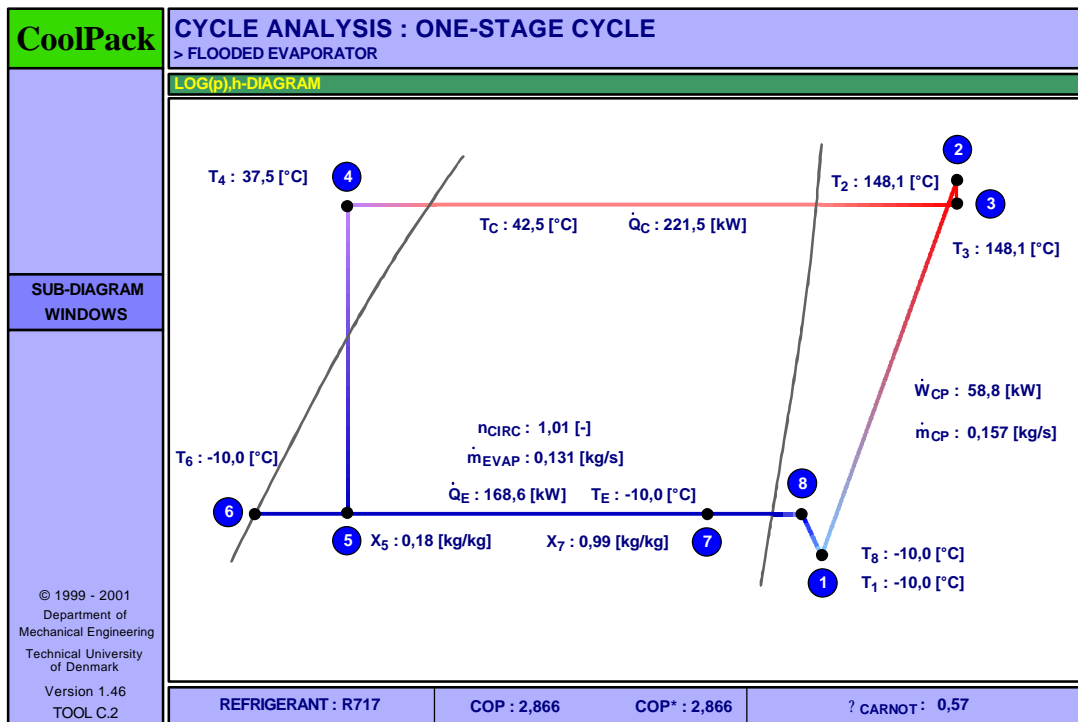
PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	92,5	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	46,8	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	23,8	State Point #4

		COP : 5,154	COP* : 5,154
--	--	-------------	--------------

# Caso Base

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: <input type="text" value="-10,0"/>	? $p_{SL}$ [k]: <input type="text" value="0,1"/>	$x_{OUT}$ [kg/kg] <input type="text" value="0,99"/>	<input type="text" value="R717"/>
$T_C$ [°C]: <input type="text" value="42,5"/> ? $T_{SC}$ [K]: <input type="text" value="5,0"/>	? $p_{DL}$ [k]: <input type="text" value="0"/>		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW] <input type="text" value="168,6"/>	$\dot{Q}_E$ : 168,6 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 221,5 [kW]	$\dot{m}$ : 0,157 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 238,0 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency ? $\eta_{IS}$ [-] <input type="text" value="0,7"/>	? $\eta_{IS}$ : 0,700 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 58,8 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%] <input type="text" value="10"/>	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 148,1 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 5,88 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K] <input type="text" value="0,0"/>	$\dot{Q}_{SL}$ : 19 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------



STATE POINTS					
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY	Additional information
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]	
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4	Pressure ratio ( $p_2 / p_1$ ) : 5,765
2	148,1	1670,5	1770,5	8,5	
3	148,1	1670,5	1770,5	8,5	$T_{2,IS}$ : 119,2 [°C] $T_{2,IS}$ is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
4	37,5	1670,5	363,3	583,3	
5	-10,0	290,9	363,3	----	$T_{2,W}$ : 162,7 [°C] $T_{2,W}$ is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
6	-10,0	290,9	133,2	651,9	
7	-10,0	290,9	1421,1	----	
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4	

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------

### AUXILIARY

#### VOLUMETRIC EFFICIENCY

Volumetric efficiency ? VOL [-]	<input type="text" value="0,9"/>	? VOL : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 238,0 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 264,4 [m <sup>3</sup> /h]
---------------------------------	----------------------------------	-------------------	---	---

$\dot{V}_S$  can be selected as input in the Cycle Specification window

#### UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER

Temperature increase ? $T_{WATER}$ [K]	<input type="text" value="10"/>	? $T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 4,062 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 46,69 [kW]
		$T_{DL,OUT}$ : 148,1 [°C]	$T_C$ : 42,5 [°C]	

Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature  $T_{DL,OUT}$ .  
 $\dot{Q}_C$  in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.

#### ENERGY CONSUMPTION

Hours of operation [h] :	<input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 515279 [kWh]
--------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

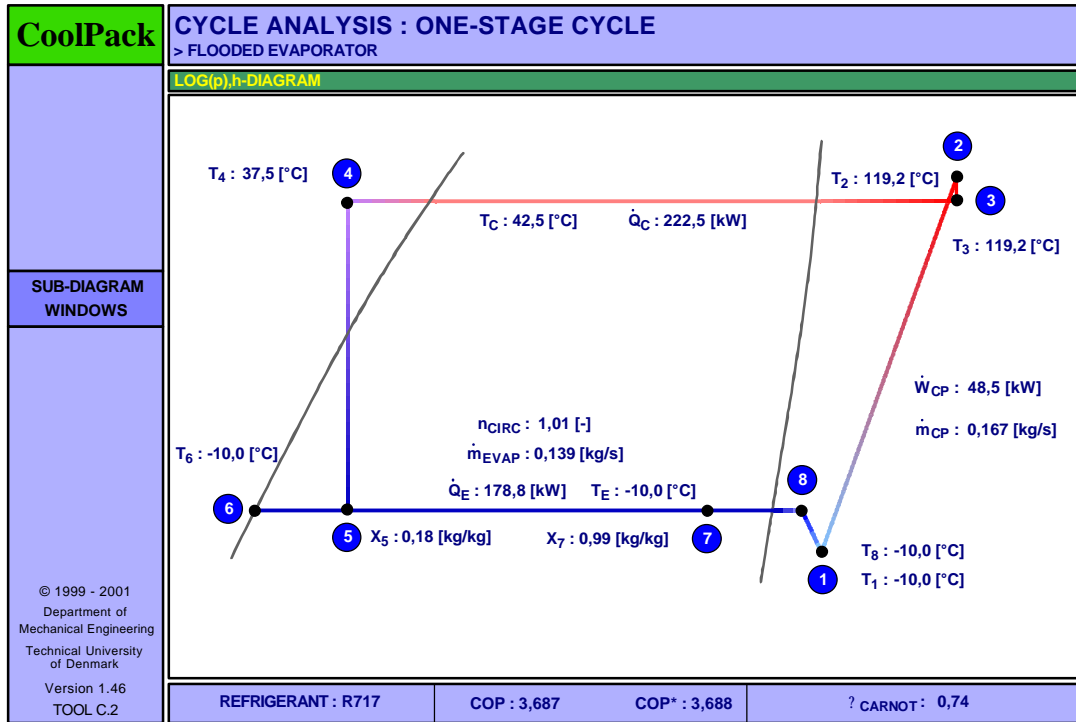
#### PIPE DIMENSIONS

PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	91,7	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	44,2	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	23,9	State Point #4

		COP : 2,866	COP* : 2,866
--	--	-------------	--------------



# Variante 1



STATE POINTS				
STATE POINT	TEMPERATURE [°C]	PRESSURE [kPa]	ENTHALPY [kJ/kg]	DENSITY [kg/m <sup>3</sup> ]
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4
2	119,2	1669,2	1695,7	9,3
3	119,2	1669,2	1695,7	9,3
4	37,5	1669,2	363,1	583,3
5	-10,0	290,9	363,1	---
6	-10,0	290,9	133,2	651,9
7	-10,0	290,9	1421,1	---
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4

Additional information
Pressure ratio (p <sub>2</sub> / p <sub>1</sub> ) : 5,760
T <sub>2,IS</sub> : 119,2 [°C] <small>T<sub>2,IS</sub> is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression</small>
T <sub>2,W</sub> : 130,3 [°C] <small>T<sub>2,W</sub> is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression</small>

	COP : 3,687	COP* : 3,688
--	-------------	--------------

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: <input type="text" value="-10,0"/>	? $p_{SL}$ [k]: <input type="text" value="0,1"/>	$x_{OUT}$ [kg/kg] <input type="text" value="0,99"/>	<input type="text" value="R717"/>
$T_C$ [°C]: <input type="text" value="42,5"/> ? $T_{SC}$ [K]: <input type="text" value="5,0"/>	? $p_{DL}$ [k]: <input type="text" value="0"/>		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW] <input type="text" value="178,8"/>	$\dot{Q}_E$ : 178,8 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 222,5 [kW]	$\dot{m}$ : 0,167 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 252,3 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency ? $\eta_{IS}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{IS}$ : 0,900 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 48,5 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%] <input type="text" value="10"/>	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 119,2 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 4,85 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K] <input type="text" value="0,0"/>	$\dot{Q}_{SL}$ : 20 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

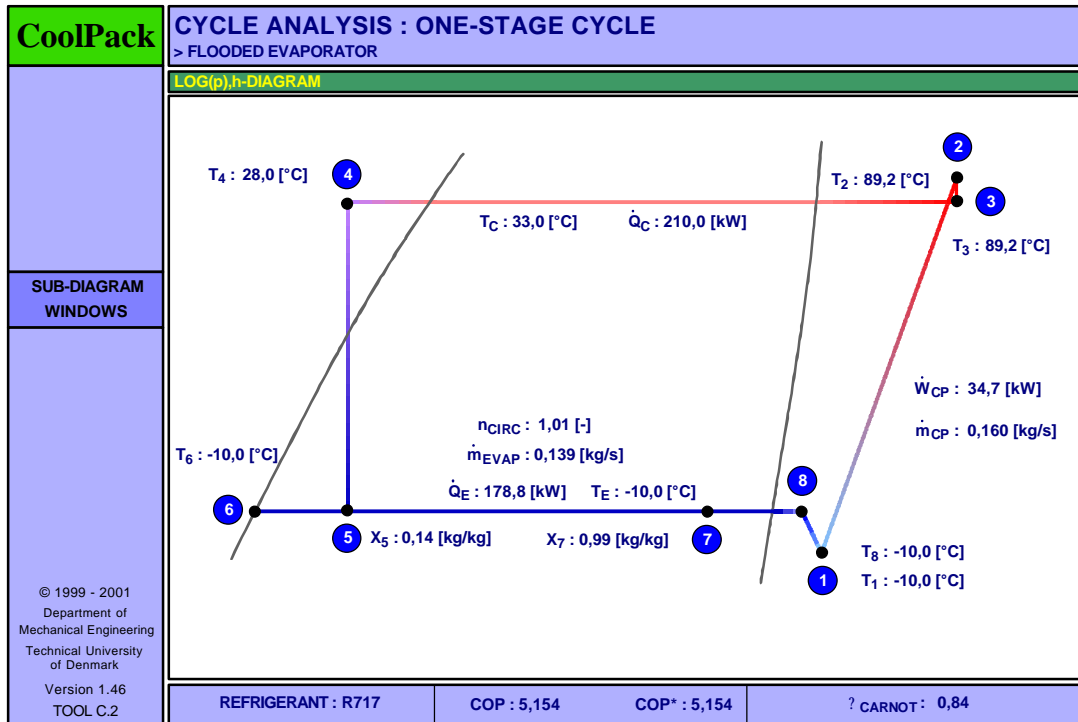
		COP : 3,687	COP* : 3,688
--	--	-------------	--------------

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency ? $\eta_{VOL}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{VOL}$ : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 252,3 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 280,4 [m <sup>3</sup> /h]
<small><math>\dot{V}_S</math> can be selected as input in the Cycle Specification window</small>			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ? $T_{WATER}$ [K] <input type="text" value="10"/>	? $T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 3,22 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 37,02 [kW]
	$T_{DL,OUT}$ : 119,2 [°C]	$T_C$ : 42,5 [°C]	
<small>Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature <math>T_{DL,OUT}</math>. <math>\dot{Q}_C</math> in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.</small>			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] : <input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 424771 [kWh]		

PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	94,5	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	43,6	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	24,6	State Point #4

		COP : 3,687	COP* : 3,688
--	--	-------------	--------------

## Variante 2



STATE POINTS				
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]
1	-10,0	289,8	1434,3	2,4
2	89,2	1278,0	1629,6	7,7
3	89,2	1278,0	1629,6	7,7
4	28,0	1278,0	315,8	598,2
5	-10,0	290,9	315,8	----
6	-10,0	290,9	133,2	651,9
7	-10,0	290,9	1421,1	----
8	-10,0	290,9	1434,1	2,4

Additional information
Pressure ratio ( $p_2 / p_1$ ) : 4,411
$T_{2,IS}$ : 96,7 [°C] <small><math>T_{2,IS}</math> is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression</small>
$T_{2,W}$ : 97,5 [°C] <small><math>T_{2,W}</math> is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression</small>

	COP : 5,154	COP* : 5,154
--	-------------	--------------

CYCLE SPECIFICATION			
TEMPERATURE LEVELS	PRESSURE LOSSES	QUALITY OUT OF EVAPORATOR	REFRIGERANT
$T_E$ [°C]: <input type="text" value="-10,0"/>	? $p_{SL}$ [k]: <input type="text" value="0,1"/>	$x_{OUT}$ [kg/kg] <input type="text" value="0,99"/>	<input type="text" value="R717"/>
$T_C$ [°C]: <input type="text" value="33,0"/> ? $T_{SC}$ [K]: <input type="text" value="5,0"/>	? $p_{DL}$ [k]: <input type="text" value="0"/>		
CYCLE CAPACITY			
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW] <input type="text" value="178,8"/>	$\dot{Q}_E$ : 178,8 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 210,0 [kW]	$\dot{m}$ : 0,160 [kg/s] $\dot{V}_S$ : 241,7 [m <sup>3</sup> /h]
COMPRESSOR PERFORMANCE			
Isentropic efficiency ? $\eta_{IS}$ [-] <input type="text" value="0,99"/>	? $\eta_{IS}$ : 0,990 [-]	$\dot{W}_{CP}$ : 34,7 [kW]	
COMPRESSOR HEAT LOSS			
Heat loss factor $f_Q$ [%] <input type="text" value="10"/>	$f_Q$ : 10,0 [%]	$T_2$ : 89,2 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 3,47 [kW]
SUCTION LINE			
Unuseful superheat ? $T_{SH,SL}$ [K] <input type="text" value="0,0"/>	$\dot{Q}_{SL}$ : 19 [W]	$T_8$ : -10,0 [°C]	? $T_{SH,SL}$ : 0,0 [K]

		COP : 5,154	COP* : 5,154
--	--	-------------	--------------

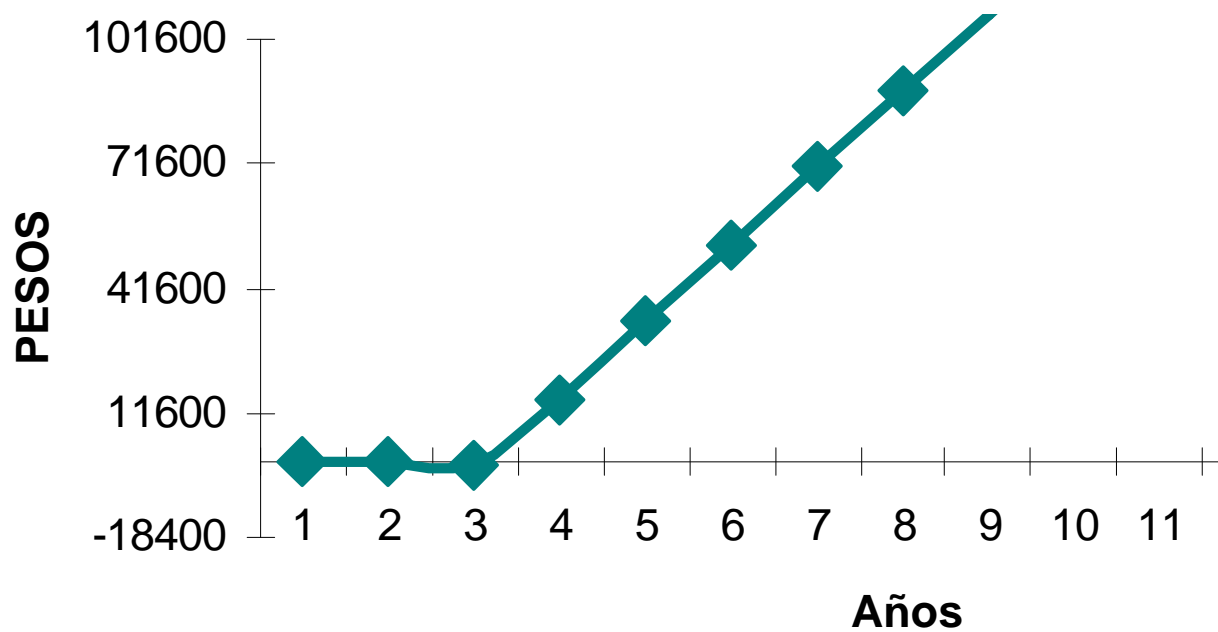
AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency ? $\eta_{VOL}$ [-] <input type="text" value="0,9"/>	? $\eta_{VOL}$ : 0,900 [-]	$\dot{V}_S$ : 241,7 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{V}_D$ : 268,5 [m <sup>3</sup> /h]
<small><math>\dot{V}_S</math> can be selected as input in the Cycle Specification window</small>			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ? $T_{WATER}$ [K] <input type="text" value="10"/>	? $T_{WATER}$ : 10 [K]	$\dot{V}_{WATER}$ : 2,199 [m <sup>3</sup> /h]	$\dot{Q}_{DSH}$ : 25,37 [kW]
	$T_{DL,OUT}$ : 89,2 [°C]	$T_C$ : 33,0 [°C]	
<small>Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature <math>T_{DL,OUT}</math>. <math>\dot{Q}_C</math> in the main diagram window includes both the heat load for desuperheating and condensing of the refrigerant.</small>			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h] : <input type="text" value="8760"/>	Energy consumption : 303909 [kWh]		

PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY	PIPE DIAMETER (Internal)	Condition corresponds to -
	[m/s]	[mm]	
Suction line	<input type="text" value="10,0"/>	92,5	State Point #1
Discharge line	<input type="text" value="12,0"/>	46,8	State Point #2
Liquid line	<input type="text" value="0,6"/>	23,8	State Point #4

		COP : 5,154	COP* : 5,154
--	--	-------------	--------------



## RECUPERACION INVERSION.



### Anexo 3.5

<b>Anexo. 3.5. Plan de acción a tener en cuenta para lograr la reducción del consumo</b>				
<b>No</b>	<b>Acción</b>	<b>F. Cump.</b>	<b>Participantes</b>	<b>Responsal</b>
1.	1. Capacitar el personal de la empresa y establecimientos en el tema energético fundamentalmente los relacionados con las áreas de mayor consumo de portadores energéticos.	Semestral.	Todos los trabajadores	Director Em
2.	1. Mejorar el sistema de refrigeración a partir de las oportunidades evaluadas, en los capítulos I y II para cada punto.  2. Tratamiento adecuado del agua de enfriamiento para evitar incrustaciones en las superficies de transferencia de calor de los condensadores.  3. Limpieza periódica de las superficies de transferencia de los condensadores.  4. Limpieza periódica de las superficies de transferencia de los condensadores	2011	Técnico de Mantenimiento, Mecánicos de refrigeración, personal de experiencia en la actividad de refrigeración.	Director del Jefe de Mar
3.	1. Realizar acomodo de carga en el área energética, y específicamente el sistema de Refrigeración en el horario pico.	Permanente	Operador.	Jefe de Ma

	<p>2. Disminución del alumbrado interior al mínimo indispensable a partir de las 8.00pm hasta 7.00 am.</p> <p>3. Eliminar simultaneidad en el uso de equipos altos consumidores. (Máquinas de soldar, compresores etc.)</p>	Inmediata y Permanente	Jefes de Áreas.	
4.	1. Prevenir el bajo factor de potencia mediante la selección y operación correcta de equipos, conectando los capacitores de carga cerca de la carga que van a compensar.	Inmediata y Permanente	Electricista de planta	Jefe de Mar
5.	1. Mantener el control e información diaria de autolectura de conjunto con el personal encargado de estas funciones a estadística y la Empresa Eléctrica por ser centro seleccionado.	Permanente.	Obrero responsabilizado.	Jefe de Mar
6.	1. Uso de iluminación y equipos eficientes. Actualizar sistemas fluorescentes obsoletos: a lámparas T-8 y balastos electrónicos.	Inmediato.	Electricista de planta	Jefe de Mar
7.	1. Seccionalización de circuitos de iluminación para compartimentar su uso y disminución de altura de las lámparas, reduciendo niveles de iluminación en áreas comunes.	Inmediato.	Electricista de planta	Jefe de Mar
8.	1. Pintar paredes, techos, y columnas de colores claros.	Nov/2010	Personal mantenimiento.	Jefe de mar



9.	1. Aprovechamiento máximo de la luz solar.	Inmediato.	Todos los trabajadores	Director Pla Jefes de área
10.	1. Reducir las entradas de aire exterior mediante adecuada hermeticidad de las puertas, empleo de cortinas, y reducir el tiempo de apertura de las puertas mediante medidas organizativas.	Permanente	Obrero responsabilizado.	Jefe de Mar