

EMPRESA BENEFICIARIA:

INVERSIONES QUILAPILUN S.A.
R.U.T.: 96.694.600-8

EMPRESA CONSULTORA:

SOPORTE INTEGRAL LTDA.
R.U.T.: 77.668.220-9

JEFE DE PROYECTO:

GUNTHER KLEMMER MARCHESSE
R.U.T.: 7.241.649-K

P.I.: Eficiencia Energética

Enero 2010

ÍNDICE GENERAL

1	Resumen Ejecutivo	Página
1.1	Sector económico de la Empresa	2
1.2	Problemática Energética	5
1.3	Potenciales de Mejoramiento	7
1.4	Evaluación de las Soluciones propuestas	10
2	Desarrollo	Página
2.1	Objetivos	12
	Objetivos Generales	
	Objetivos Específicos	
2.2	Antecedentes del Problema Energético Evaluado	15
	2.2.1 Caracterización General de la Empresa	
	2.2.2 Antecedentes Productivos	
	2.2.2 Problemática energética detectada	
2.3	Resultados de la Consultoría	26
	2.3.1 Diagnóstico Energético de la Empresa	
	2.3.2 Plan de Implementación de las Medidas de EE	
	2.3.3 Análisis Financiero	
3	Conclusiones	38
4	Anexos	
	Anexo 1: Minutas de Reuniones	
	Anexo 2: Consumos Energéticos	
	Anexo 3: Formulario de Preinversión en Eficiencia Energética	
	Anexo 4: Auditoría Área Eléctrica	
	Anexo 5: Auditoría Área Térmica	
	Anexo 6: Plan de Implementación Área Eléctrica	
	Anexo 7: Plan de Implementación Área Térmica	

1. Resumen Ejecutivo PíEE

1.1. Sector Económico de la Empresa

1.1.1. Datos de la Empresa

La empresa se funda en la ciudad de Santiago, en junio de 2007, con el objetivo social de elaborar jugos y bebidas. El nombre original es Industria de Bebidas Limitada o Indubel Ltda., aunque posteriormente, en el mercado se da a conocer bajo la marca de FRUGO.

Frugo es una empresa orientada en un 100%, a la elaboración y comercialización de bebidas refrescante de frutas, especialidad que la ha transformado en líder del mercado a la hora de satisfacer la demanda de sus consumidores.

Mediante un eficiente sistema de distribución, más un equipo de trabajadores altamente especializados y capacitados, atiende el mercado nacional, ofreciendo diversidad de sabores.

La empresa cuenta con 80 trabajadores contratados en forma permanente.

1.1.2. Productos

Sus productos son bebidas refrescantes de frutas, para lo cual poseen tres líneas de negocios principales Drink, Bidón y Limón, los cuales son presentados en formatos individuales, familiares y de alto consumo.

1.1.3. Procesos Productivos

Línea producción de Drink.

- **Materias primas.**

- a. Pulpa.
- b. Saborizante
- c. Preservante.
- d. Fructosa.
- e. Agua Blanda.

- **Procesos.**

- a. Preparación.
- b. Estanque de preparación (marmita a 80 °C).
- c. Filtrado UV.
- d. Filtrado partículas.
- e. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)
- f. Pasteurización.

- i. Se eleva la temperatura del compuesto a 85°C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de calefacción, durante 55 segundos.
- ii. Se reduce la temperatura del compuesto a 10°C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de frío.
- iii. Compuesto sale a la temperatura de 12°C.

- **Embotellado.**

- a. Carga de Botella
- b. Lavado séptico, agua t° ambiente.
- c. Llenado de botella
- d. Tapado de botella
- e. Etiquetado
- f. Fechado

- **Embalado.**

- a. Paquetizado (termo-retráctil mediante horno).
- b. Palletizado.
- c. Refrigeración.

- **Productos Finales.**

- a. 4x Botella 2000 cc.
- b. 6x Botella 1000 cc.

Línea Bidón.

- **Materias primas.**

- a. Pulpa.
- b. Saborizante
- c. Preservantes.
- d. Fructosa.
- e. Agua Blanda.

- **Procesos.**

- a. **Preparación.**

1. Estanque de preparación (marmita a 80°C).
2. Filtrado de partículas.
3. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)
4. Pasteurización.
 - i. Se eleva la temperatura del compuesto a 85°C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de calefacción.
 - ii. Compuesto sale a la temperatura de 60°C.

c. Embotellado.

1. Carga de Botella
2. Llenado de botella
3. Tapado de botella
4. Etiquetado
5. Fechado

d. Embalado.

1. Paquetizado (manual, caja para 4 und.)
2. Palletizado.

• **Productos Finales.**

4x Botella 4000 cc.

Línea Limón.

• **Materias primas.**

- a. Concentrado limón.
- b. Agua Blanda.

• **Procesos.**

a. Preparación.

1. Agitador.
2. Filtrado U.V.
3. Filtrado partículas.
4. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)

b. Embotellado.

1. Carga de Botella
2. Llenado de botella
3. Tapado de botella
4. Etiquetado
5. Fechado

c. Embalado.

1. Paquetizado (termo-retráctil mediante horno).
2. Palletizado.

• **Productos Finales.**

- a. 4x Botella 5000 cc.
- b. 24x Botella 250 cc.
- c. 12x Botella 500 cc.

d. 12x Botella 1000 cc.

• **Identificación y descripción de Sub-Procesos Productivos.**

a. Ablandamiento de Agua:

Sistema para ablandado de agua dura acumulada en estanque, mediante la utilización de filtros de arena, carbón, resina. El agua ya tratada es almacenada en un estanque de acumulación de 20.000 Lts. para su posterior utilización en los procesos de todas las líneas de producción de la planta.

b. Renovación de aire:

Mediante 8 extractores eólicos ubicados en la techumbre.

1.2. Problemática Energética

1.2.1. Consumo Energético

El consumo de insumos energéticos se detalla en el **Anexo 2, Consumos Energéticos.**

1.2.2. Diagnóstico de la Situación Actual

Calentamiento de agua y transporte:

El calentamiento del agua se realiza mediante una caldera ACV de 297 [kW] de potencia máxima; con una temperatura máxima de 90°C. El combustible utilizado es Gas Natural Residencial, distribuido por Metrogas. Esta caldera posee un quemador FBR de 130-300 [Mcal/h].

Esta caldera calienta el agua del circuito de calor utilizado para las etapas de pasteurización de las líneas de producción de Drinks y Bidón mediante intercambiadores de calor de placas. Ésta agua es transportada mediante una bomba de recirculación de 2,2 [kW] instalada en la misma sala de calderas.

Enfriamiento de agua y transporte:

Un Chiller eléctrico enfría el agua del circuito de frío utilizado para la etapa de pasteurización de la línea de producción de Drink mediante un intercambiador de calor dual (Caliente – Frío). Éste circuito está compuesto además de un estanque de acumulación y una bomba recirculadora.

Enfriamiento de cámaras de frío:

Mediante 3 equipos de refrigeración R-22 se reduce la temperatura de 2 cámaras de frío a 8°C, donde se almacenan durante 48 horas los

productos terminados de la línea de producción Drink para su posterior distribución.

Compresor de aire:

Un compresor de aire de 18 [kW] se utiliza alimentar los equipos utilizados en las etapas de embotellado de todas las líneas de producción. .

Iluminación:

La iluminación de la planta básicamente puede dividirse en dos grandes tipos:

1. Zona Paletizado: Lámparas industriales colgantes de campana, poseen ampolletas de Haluro Metálico de 250[W].
2. Zona Dilución, Envasado, Bidones y oficinas: Equipos Fluorescentes de 2 x 36 [W].

Climatización:

Solo cuenta con unidades menores splits en oficinas y ventana en área de producción.

a. Problemática Principal

➤ Evaluación de costos energía eléctrica e Impacto de alzas de precio de la energía

Es fundamental para la decisión de inversión en eficiencia energética evaluar el impacto del alza anual de tarifas de los últimos años y incorporación del mes de Abril al período de Demanda en hrs punta 2008.

En el período Mayo 2008 Abril 2009, el costo de energía asciende a **\$ 35.238.051**

➤ Evaluación del efecto de autogeneración:

Actualmente la planta no posee un grupo electrógeno para autogenerar las horas de punta.

Dadas las condiciones del mercado eléctrico y los riesgos de suministro en el corto plazo, amerita estudiar la incorporación de un Grupo electrógeno Motorizado de respaldo. Las oportunidades que ofrecen las distribuidoras para el financiamiento del grupo son interesantes de evaluar en la Consultoría.

➤ **Evaluación del Control de Demanda**

En el mes de Agosto de 2008 se marcó la punta más alta de año en horario de punta de 93 kw; que junto a 62 kw en Mayo y Abril llevaron a un arrastre de 77,5 KW para los meses de verano Octubre de 2008 a Marzo 2009.

Como resultado de la gestión de control de horas de punta eléctrica en forma manual, se obtuvo un ahorro real de \$ 4.634.667 durante el período Abril 2008 a Marzo 2009. (11,62%).

➤ **Evaluación de eficiencia de iluminación interior y exterior:**

Si bien la carga eléctrica en iluminación no parece importante sobre el consumo total, vale la pena estudiar el reemplazo de lámparas y ampolletas con una utilización mayor a 12 hrs diarias por sistemas de mayor eficiencia. Las luminarias exteriores presentan una oportunidad de mejorar la eficiencia.

➤ **Evaluación de Factor de potencia:**

En el período Abril 2008- Marzo 2009, no se aprecia multas por factor de potencia, pero vale la pena efectuar una adecuada mantención al banco de condensadores para evitar multas futuras. El factor de potencia no debe bajar de 0,93.

➤ **Evaluación de calidad de Suministro:**

Para verificar calidad de suministro es necesario Instalar un equipo ANALIZADOR registrador de Tensión, potencia activa y reactiva, componentes armónicas y perfil de potencia diario. El efecto de las armónicas en algunos casos es una pérdida que implica altos costos de energía eléctrica, imperceptible a menos de efectuar este registro con equipamiento eléctrico especializado.

1.3. Potenciales de Mejoramiento

➤ **Autogeneración:**

La planta no cuenta con un generador para un eventual reemplazo de potencia en las horas punta.

Se evaluarán los beneficios de la compra o arriendo de un grupo electrógeno sobre los costos actuales de electricidad.

Para este estudio deberemos considerar una proyección de costos del petróleo y el kwh monómico.

➤ **Control de demanda activo:**

Aplicando un sistema básico de control de demanda se estima reducir en un 25% la demanda en hrs. de punta en los meses de invierno, esto se reflejaría tanto en la demanda facturada en los meses de invierno, como también en el arrastre de demanda que se factura en los meses de verano, alcanzando una reducción estimada de M\$1.000 comparado con la línea base de demanda y evaluado a precio de DDA HP actual.

La selección y priorización de paquetes de cargas eléctricas prescindibles en horario de punta se efectuará en completo orden a las condiciones de operación de la planta.

Se plantea efectuar simulación de distintos escenarios de control de demanda y estimar ahorros.

➤ **Sistema de control de Motores**

Actualmente la tecnología ofrece interesantes alternativas de motores de alta eficiencia con sistemas de control por variador de frecuencia, que lo hace muy interesante estudiar; especialmente en motores de trabajo continuo (sobre 10 hrs. diarias de operación por 12 meses) y los de alto consumo, como bombas.

➤ **Paneles termosolares para agua caliente:**

La caldera a gas existente presenta un bajo costo anual en gas. La alternativa de precalentar agua con paneles termo solares, vale la pena considerar el estudio de inversión.

En total la Planta consume **25.841 M³** anuales con un costo de **\$12.615.802.**

➤ **Recuperación de calor: Bombas de calor y Acumuladores**

Bombas de calor y Acumuladores

La bomba de calor es capaz de extraer energía térmica de zonas climatizadas y generar calor para calefacción o agua caliente a una altísima eficiencia. El proceso del jugo posee etapas de enfriamiento y calentamiento simultáneamente, donde una bomba de calor es capaz de recuperar energía. Esta energía como calor o frío es posible ser almacenada en un Acumulador Térmico y ser recuperada en forma posterior.

Compresores de aire:

Los compresores de aire de la planta utilizados para el proceso de embotellado, es interesante evaluar la recuperación del calor disipado para precalentar el agua de alimentación al estanque de agua caliente.

➤ **Climatización:**

La climatización de oficinas es de un grado muy menor, aunque no deberemos descartar su evaluación.

➤ **Calentamiento de Agua:**

Los sistemas de calderas es importante evaluar su eficiencia; normalmente el estado de mantenimiento puede subir significativamente el consumo de gas innecesariamente.

En puntos específicos vale la pena estudiar rentabilidad de inversión en paneles Termo Solares con acumuladores de calor, especialmente en puntos en que la radiación es no deseada, por ejemplo en superficies del techo del galpón.

Por otro lado, aunque con mayor dificultad, en los Chillers es interesante estudiar recuperar parcialmente el calor disipado para precalentar el agua.

Es interesante evaluar la recuperación del calor disipado por los compresores de la planta de embotellado para precalentamiento de agua.

➤ **Sistema de Distribución de Agua Caliente y Fría**

Aislamiento de cañerías de agua fría y caliente que corren cerca una de otra, se afectan mutuamente en forma negativa. Se observa una grave pérdida de eficiencia energética que obliga al Chiller a un sobreconsumo eléctrico innecesario y a la vez un sobreconsumo de gas innecesario de las calderas. El examen termográfico indicará gráficamente los puntos de Corto Circuito térmico.

➤ **Sistema de Bombeo de Agua**

Agua sanitaria
Agua caliente
Agua fría

De acuerdo a su potencia y régimen de trabajo, se deberá evaluar la incorporación de sistemas de frecuencia variable y control horario para horas de punta, cuidando de no afectar al normal funcionamiento de la Producción.

1.4. Evaluación de las Soluciones propuestas

a. Cuadro Resumen de Inversión de Medidas Propuestas

El presente cuadro nos muestra un resumen de las inversiones de medidas propuestas.

INVERSIONES MEDIDAS ÁREA ELÉCTRICA			
Medida Propuesta	Ahorro		Inversión
	Energético	Económico	
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265	\$ 2.800.000
	251 kW		
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238	\$ 900.000
Total Medidas Área Eléctrica			\$ 3.700.000

INVERSIONES MEDIDAS ÁREA TÉRMICA			
Medida Propuesta	Ahorro		Inversión
	Energético	Económico	
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843	\$ 4.286.574
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742	\$ 6.800.000
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938	\$ 2.520.400
Total Medidas Área Térmica			\$ 13.606.974
Total Medidas			\$ 17.306.974

b. Cuadro Resumen de Ahorros de Energía

ÁREA ELÉCTRICA		
Medida Propuesta	Ahorro	
	Energético	Económico
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265
	251 kW	
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238

ÁREA TÉRMICA		
Medida Propuesta	Ahorro	
	Energético	Económico
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938

b. Cuadro Resumen de Medidas Duras e Indicadores Financieros

MEDIDAS SELECCIONADAS ÁREA ELÉCTRICA					
Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265	1,11 años	\$ 11.144.040	90%
	251 kW				
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238	1,92 años	\$ 1.806.319	51 %

MEDIDAS SELECCIONADAS ÁREA TÉRMICA					
Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843	1,07 años	\$ 18.409.743	93 %
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742	2,17 años	\$ 10.864.377	45 %
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938	2,14 años	\$ 4.105.737	46%

El análisis de los indicadores financieros, considera los efectos tributarios de compra de activos fijos nuevos (4% de descuento) y la depreciación de activos fijos.

En los flujos proyectados, se ha considerado la depreciación de los activos fijos, para la determinación del VAN y de la TIR.

2. Desarrollo

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivos Generales

El objetivo principal de este trabajo se centró en alcanzar un mejoramiento de la eficiencia energética en las instalaciones de Industria de Bebidas Ltda. (FRUGO), ubicadas en Nicolas de Gárnica 387, en la comuna de Recoleta, por medio de medidas técnicamente viables y que, a su vez, representen una ventaja económica para la empresa.

2.1.1.1. Auditoria de Eficiencia Energética: Caracterizar el desempeño energético de la empresa y su relación con la producción y costos, desde el punto de vista del consumo y uso de la energía eléctrica y combustibles fósiles.

2.1.1.2. Plan de Implementación de las medidas de eficiencia energética: Diseñar un Plan de Implementación de acciones y medidas de eficiencia energética, dentro de los ámbitos eléctrico, térmico y climatización.

2.1.1.3. Proyecto Bancable: Elaborar un proyecto de inversión para mejorar la eficiencia energética, abordable por la empresa, con un formato tal que permita ser presentado a una fuente de financiamiento local. Considerando el monto (inversiones) y el plan de pago, dado por los ahorros de energía que se alcancen a través de las medidas propuestas.

Se considerará la evaluación individual y colectiva de las alternativas con VAN y TIR positivo.

2.1.2. Objetivos Específicos

2.1.1.4. Etapa de Auditoria

a. En el Orden Eléctrico

- **Determinación del índice energético:** Caracterizar el desempeño energético de la empresa y su relación con el servicio y costos, para lo cual se hará un análisis de la base de datos de consumo energético asociado a energía eléctrica y el gasto en combustibles fósiles. Antecedentes que serán utilizados como base para la construcción de los indicadores energéticos.
- **Evaluación del comportamiento de Variables Eléctricas:** Medición de variables eléctricas en puntos de empalme eléctrico.

Para la determinación de los puntos a medir, en forma previa, se debe realizar una inspección topográfica de las instalaciones, la cual es complementada con un estudio de los planos unilineales de las instalaciones de la empresa.

- **Evaluación del Diseño:** Con el objetivo de evaluar las posibles mejoras, por eficiencias en la red de distribución de energía eléctrica, se revisarán los unilineales y se determinarán los puntos críticos que pueden ser objetos de mejoras.

b. Sistema de Agua Caliente

- **Evaluación del estado operación de los equipos** asociados a los sistemas de climatización y refrigeración.
- **Evaluación del Diseño:** Con el objetivo de evaluar las posibles mejoras, por eficiencias en los sistemas de climatización, se revisarán los unilineales y se determinarán los puntos críticos que pueden ser objetos de mejoras.

c. Sistema de Bombas

- **Evaluación del estado de bombas de extracción de Agua.**
- **Evaluación del estado de las bombas de distribución de agua y regadío.**
- **Evaluación de las bombas del sistema de Riles.**

d. En el Orden Térmico

- **Evaluación del grado de aislación térmica de las instalaciones.**

2.1.1.5. Etapa de Implementación

a. En el Orden Eléctrico

- **Propuestas técnicas respecto del análisis Tarifario:** su busca implementar medidas que perfeccionen el contrato establecido con la empresa de distribución de energía eléctrica y/o implementar medidas para evitar multas por demanda en horas punta.
- **Determinar las oportunidades de generar eficiencias eléctricas o de generar ahorros de energía,** estas medidas pasan por:

- **Rediseños de sistemas eléctricos:** el estudio de las cargas distribuidas por las redes eléctricas de la empresa, permite hacer mejoras a su diseño, tanto en la forma como en las mejoras posibles de utilizar, mediante el reemplazo por equipos de mejor rendimiento y/o la redistribución de los sistemas.

b. Sistema de Agua Caliente

- **Propuestas de mejoras a los sistemas de frío y calor:** A través de los datos obtenidos a través del análisis térmico de las instalaciones de los equipos de los sistemas de climatización y refrigeración, se realizarán las propuestas técnicas para buscar incrementos en la eficiencia de éstos.
- **Propuesta de Alternativas:** Buscar alternativas que hagan más eficientes los sistemas de climatización y refrigeración.

c. Sistema de Bombas

- **Propuestas de mejoras a los sistemas de extracción, distribución y uso de agua:** A través de los datos obtenidos a través del análisis del funcionamiento de los equipos de los sistemas de extracción y distribución de agua, se realizarán las propuestas técnicas para buscar incrementos en la eficiencia de éstos.
- **Propuesta de mejoras al tratamiento de Riles:** Buscar alternativas que hagan más eficiente el sistema de tratamiento de riles.

d. En el Orden Térmico

- **Propuestas de mejoras a los sistemas de Aislamiento Térmico:** La información obtenida a través del análisis termográfico de las instalaciones de la empresa, proveerá de la información necesaria para implementar medidas tendientes a mejorar la eficiencia de estos sistemas.

2.1.1.6. Proyecto Bancable

Ranking de Proyectos: Los proyectos a medidas a tomar, deben ser entregados en forma de ranking, considerando el costo y plazos de recuperación de la inversión, junto con los indicadores de VAN y TIR.

Los proyectos seleccionados, serán considerando en plan de implementación, representando su inversión el monto del crédito, base del cálculo del plan de pagos, al tomar los ahorros energéticos generados en su implementación, como el valor de las cuotas.

2.2. Antecedentes del Problema Energético Evaluado

2.2.1. Caracterización General de la Empresa

a. De la Empresa

La empresa se funda en la ciudad de Santiago, en junio de 2007, con el objetivo social de elaborar jugos y bebidas. El nombre original es Industria de Bebidas Limitada o Indubel Ltda., aunque posteriormente, en el mercado se da a conocer bajo la marca de FRUGO.

Frugo es una empresa orientada en un 100%, a la elaboración y comercialización de bebidas refrescante de frutas, especialidad que la ha trasformado en líder de mercado a la hora de satisfacer la demanda de sus consumidores.

Mediante un eficiente sistema de distribución, más un equipo de trabajadores altamente especializado y capacitado, atiende el mercado nacional, ofreciendo diversidad de sabores.

La empresa cuenta con 80 trabajadores contratados en forma permanente.

b. Productos

Sus productos son bebidas refrescantes de frutas, para lo cual poseen tres líneas de negocios principales Drink, Bidón y Limón, los cuales son presentados en formatos individuales, familiares y de alto consumo.

c. De las Ventas

La empresa pasa de los MM\$ 104, en el 2007, a los MM\$ 3.196, representando un incremento del 3.000%.

Sus ventas se concentran en un 100% en el mercado nacional.

d. Del Estado de Resultados

Del Estado de Resultados

La empresa en sus dos primeros años de funcionamiento, presenta una evolución propia de una empresa que se comienza a consolidar en el mercado, como lo demuestra la variación en las ventas.

Este cambio implica pasar de un resultado operacional de MM\$ 29.8, representando un 29% de las ventas, en el 2007, a MM\$ 1.908, siendo un 60% de las ventas, en el 2008.

Los gastos de administración y ventas, pasan de MM\$ 29.9 a MM\$ 1.659, en el mismo periodo.

Siendo el primero año de operacionales comerciales, el 2007, obtiene pérdidas por MM\$ 15.6, lo cual se transforma, en su segundo año de operaciones, en utilidades por MM\$ 109.3.

Respecto del GIF (Generación Interna de Fondos), evoluciona de menos MM\$ 30, en el 2007, a MM\$ 109.3, en el 2008.

De los activos

El total de activos en el 2008, alcanza a los MM\$ 1.213, encontrándose compuestos en un 38% por activo circulante, 22% por activos fijos y en un 39% por otros activos.

Maquinaria y equipos representa el 21% del total de activos.

De los Pasivos

La empresa posee un total de pasivos de corto plazo y largo plazo por MM\$ 819, a finales del 2008.

La cuenta más importante es la deudas del giro, que llega a totalizar MM\$ 717.6, compuesta por deuda factoring y deuda proveedores.

Del Patrimonio

El patrimonio en el año 2008 alcanza a los MM\$ 393.7, compuesto principalmente por capital propio (MM\$ 300) y utilidades.

2.2.2. Antecedentes Productivos

2.2.2.1. Descripción de los Procesos Productivos

Línea producción de Drink.

- **Materias primas.**

- f. Pulpa.
- g. Saborizante
- h. Conservante.
- i. Fructosa.
- j. Agua Blanda.

- **Procesos.**

- g. Preparación.
- h. Estanque de preparación (marmita a 80°C).
- i. Filtrado UV.
- j. Filtrado partículas.
- k. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)
- l. Pasteurización.
- i. Se eleva la temperatura del compuesto a 85°C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de calefacción, durante 55 segundos.
- ii. Se reduce la temperatura del compuesto a 10°C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de frío.
- iii. Compuesto sale a la temperatura de 12°C.

- **Embotellado.**

- a. Carga de Botella
- b. Lavado séptico, agua t° ambiente.
- c. Llenado de botella
- d. Tapado de botella
- e. Etiquetado
- f. Fechado

- **Embalado.**

- a. Paquetizado (termo-retráctil mediante horno).
- b. Palletizado.
- c. Refrigeración.

- **Productos Finales.**

- e. 4x Botella 2000 cc.
- f. 6x Botella 1000 cc.

Línea Bidón.

- **Materias primas.**

- f. Pulpa.
- g. Saborizante
- h. Conservante.
- i. Fructosa.
- j. Agua Blanda.

- **Procesos.**

- a. Preparación.**

- 5. Estanque de preparación (marmita a 80 °C).
 - 6. Filtrado de partículas.
 - 7. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)
 - 8. Pasteurización.
 - i. Se eleva la temperatura del compuesto a 85 °C, mediante un intercambiador de calor de placas alimentado por el circuito primario de calefacción.
 - ii. Compuesto sale a la temperatura de 60 °C.

- b. Embotellado.**

- c. Carga de Botella
 - d. Llenado de botella
 - e. Tapado de botella
 - f. Etiquetado
 - g. Fechado

- c. Embalado.**

- a. Paquetizado (manual, caja para 4 und.)
 - b. Palletizado.

- **Productos Finales.**

4x Botella 4000 cc.

Línea Limón.

- **Materias primas.**

- 1. Concentrado limón.
 - 2. Agua Blanda.

- **Procesos.**

- a. Preparación.**

1. Agitador.
2. Filtrado U.V.
3. Filtrado partículas.
4. Estanque de almacenamiento (1000 Lts. y 3000 Lts.)

- b. Embotellado.**

1. Carga de Botella
2. Llenado de botella
3. Tapado de botella
4. Etiquetado
5. Fechado

- c. Embalado.**

1. Paquetizado (termo-retráctil mediante horno).
2. Palletizado.

- **Productos Finales.**

- 4x Botella 5000 cc.
- 24x Botella 250 cc.
- 12x Botella 500 cc.
- 12x Botella 1000 cc.

- **Identificación y descripción de Sub-Procesos Productivos.**

- a. Ablandamiento de Agua:**

Sistema para ablandado de agua dura acumulada en estanque, mediante la utilización de filtros de arena, carbón, resina. El agua ya tratada es almacenada en un estanque de acumulación de 20.000 Lts. para su posterior utilización en los procesos de todas las líneas de producción de la planta.



b. Renovación de aire:

Mediante 8 extractores eólicos ubicados en la techumbre.



2.2.2.2. Consumos de Energía

En **Anexo 2** se detallan los consumos energéticos.

2.2.2.3 Uso de la Energía Eléctrica

Calentamiento de agua y transporte:

El calentamiento del agua se realiza mediante una caldera ACV de 297 [kW] de potencia máxima (foto 1); con una temperatura máxima de 90°C. El combustible utilizado es Gas Natural Recidencial, distribuido por Metrogas. Esta caldera posee un quemador FBR de 130-300 [Mcal/h] (foto 2).



Foto 1



Foto 2

Esta caldera calienta el agua del circuito de calor utilizado para las etapas de pasterización de las líneas de producción de Drinks y Bidón mediante intercambiadores de calor de placas. Ésta agua

es transportada mediante una bomba de recirculación de 2,2 [kW] instalada en la misma sala de calderas (foto 3).



Figura 3

Enfriamiento de agua y transporte:

Un Chiller eléctrico (foto 4) enfría el agua del circuito de frío utilizado para la etapa de pasteurización de la línea de producción de Drink mediante un intercambiador de calor dual (Caliente – Frío). Éste circuito está compuesto además de un estanque de acumulación (foto 5) y una bomba recirculadora.



Foto 4



Foto 5

Enfriamiento de cámaras de frío:

Mediante 3 equipos de refrigeración R-22 (foto 6) se reduce la temperatura de 2 cámaras de frío a 8°C (fotos 7 y 8), donde se almacenan durante 48 horas los productos terminados de la línea de producción Drink para su posterior distribución.



Foto 6



Foto 7



Foto 8

Compresor de aire:

Un compresor de aire de 18 [kW] (foto 9) se utiliza alimentar los equipos utilizados en las etapas de embotellado de todas las líneas de producción (fotos 10 y 11).



Foto 9



Foto 10



Foto 11

Iluminación:

La iluminación de la planta básicamente puede dividirse en dos grandes tipos:

1. **Zona Paletizado:** Lámparas industriales colgantes de campana, poseen ampolletas de Haluro Metálico de 250[W] (Foto 12).



Foto 12

2. **Zona Dilución, Envasado, Bidones y oficinas:** Equipos Fluorescentes de 2 x 36 [W] (Foto 13).



Foto 13

Climatización:

Solo cuenta con unidades menores splits en oficinas y ventana en área de producción (fotos 14 y 15)



Foto 14



Foto 15

2.2.3. Problemática Energética detectada

Calentamiento de agua y transporte:

El calentamiento del agua se realiza mediante una caldera ACV de 297 [kW] de potencia máxima; con una temperatura máxima de 90°C. El combustible utilizado es Gas Natural Residencial, distribuido por Metrogas. Esta caldera posee un quemador FBR de 130-300 [Mcal/h].

Esta caldera calienta el agua del circuito de calor utilizado para las etapas de pasteurización de las líneas de producción de Drinks y Bidón mediante intercambiadores de calor de placas. Ésta agua es transportada mediante una bomba de recirculación de 2,2 [kW] instalada en la misma sala de calderas.

Enfriamiento de agua y transporte:

Un Chiller eléctrico enfría el agua del circuito de frío utilizado para la etapa de pasteurización de la línea de producción de Drink mediante un intercambiador de calor dual (Caliente – Frío). Éste circuito está compuesto además de un estanque de acumulación y una bomba recirculadora.

Enfriamiento de cámaras de frío:

Mediante 3 equipos de refrigeración R-22 se reduce la temperatura de 2 cámaras de frío a 8°C, donde se almacenan durante 48 horas los productos terminados de la línea de producción Drink para su posterior distribución.

Compresor de aire:

Un compresor de aire de 18 [kW] se utiliza alimentar los equipos utilizados en las etapas de embotellado de todas las líneas de producción. .

Iluminación:

La iluminación de la planta básicamente puede dividirse en dos grandes tipos:

1. Zona Paletizado: Lámparas industriales colgantes de campana, poseen ampolletas de Haluro Metálico de 250[W].
2. Zona Dilución, Envasado, Bidones y oficinas: Equipos Fluorescentes de 2 x 36 [W].

Climatización:

Solo cuenta con unidades menores splits en oficinas y ventana en área de producción.

➤ Evaluación de costos energía eléctrica e Impacto de alzas de precio de la energía

Es fundamental para la decisión de inversión en eficiencia energética evaluar el impacto del alza anual de tarifas de los últimos años y incorporación del mes de Abril al período de Demanda en hrs punta 2008.

En el período Mayo 2008 Abril 2009, el costo de energía asciende a \$ **35.238.051**

➤ Evaluación del efecto de autogeneración:

Actualmente la planta no posee un grupo electrógeno para autogenerar las horas de punta.

Dadas las condiciones del mercado eléctrico y los riesgos de suministro en el corto plazo, amerita estudiar la incorporación de un Grupo electrógeno Motorizado de respaldo. Las oportunidades que ofrecen las distribuidoras para el financiamiento del grupo son interesantes de evaluar en la Consultoría.

➤ Evaluación del Control de Demanda

En el mes de Agosto de 2008 se marcó la punta más alta de año en horario de punta de 93 kw; que junto a 62 kw en Mayo y Abril llevaron a un arrastre de 77,5 KW para los meses de verano Octubre de 2008 a Marzo 2009.

Como resultado de la gestión de control de horas de punta eléctrica en forma manual, se obtuvo un ahorro real de \$ 4.634.667 durante el período Abril 2008 a Marzo 2009. (11,62%).

➤ **Evaluación de eficiencia de iluminación interior y exterior:**

Si bien la carga eléctrica en iluminación no parece importante sobre el consumo total, vale la pena estudiar el reemplazo de lámparas y ampolletas con una utilización mayor a 12 hrs diarias por sistemas de mayor eficiencia. Las luminarias exteriores presentan una oportunidad de mejorar la eficiencia.

➤ **Evaluación de Factor de potencia:**

En el período Abril 2008- Marzo 2009, no se aprecia multas por factor de potencia, pero vale la pena efectuar una adecuada mantención al banco de condensadores para evitar multas futuras. El factor de potencia no debe bajar de 0,93.

➤ **Evaluación de calidad de Suministro:**

Para verificar calidad de suministro es necesario Instalar un equipo ANALIZADOR registrador de Tensión, potencia activa y reactiva, componentes armónicas y perfil de potencia diario. El efecto de las armónicas en algunos casos es una pérdida que implica altos costos de energía eléctrica, imperceptible a menos de efectuar este registro con equipamiento eléctrico especializado.

2.3 Resultados de la Consultoría

La presentación de los resultados obtenidos se estructuro contemplando los tres elementos de la consultoría; Diagnóstico, Plan de Implementación y Análisis Financiero.

El diagnóstico de la situación actual o Informe de Auditoría de las Áreas Eléctrica y Térmica, en conjunto con la evaluación de las Medidas, de las respectivas áreas, se presentan como informes Anexos.

2.3.1 Diagnóstico Energético de la Empresa

El diagnostico tuvo como objetivos principales:

- Describir la situación energética actual de la empresa.
- Describir y evaluar las posibles medidas de Eficiencia Energética identificadas.
- Proponer una selección de las medidas y priorizarlas para su implementación.

2.3.1.1 Análisis de la Situación Energética inicial / actual de la Empresa

a. Auditoría Área Eléctrica

La **Auditoría del Área Eléctrica** ha sido incorporada en el **Anexo 4**.

Los principales resultados obtenidos, se detallan a continuación:

Medidas No Energéticas

➤ Autogeneración:

La planta no cuenta con un generador para un eventual reemplazo de potencia en las horas punta.

Se evaluarán los beneficios de la compra o arriendo de un grupo electrógeno sobre los costos actuales de electricidad.

Para este estudio deberemos considerar una proyección de costos del petróleo y el kwh monómico.

➤ Control de demanda activo:

Aplicando un sistema básico de control de demanda se estima reducir en un 25% la demanda en hrs. de punta en los meses de invierno, esto se reflejaría tanto en la demanda facturada en los meses de invierno, como también en el arrastre de demanda que se factura en los meses de verano, alcanzando una reducción estimada de M\$1.000 comparado con la línea base de demanda y evaluado a precio de DDA HP actual.

La selección y priorización de paquetes de cargas eléctricas prescindibles en horario de punta se efectuará en completo orden a las condiciones de operación de la planta.

Se plantea efectuar simulación de distintos escenarios de control de demanda y estimar ahorros.

Medidas Energéticas

➤ Sistema de control de Motores

Actualmente la tecnología ofrece interesantes alternativas de motores de alta eficiencia con sistemas de control por variador de frecuencia, que lo hace muy interesante

estudiar; especialmente en motores de trabajo continuo (sobre 10 hrs. diarias de operación por 12 meses) y los de alto consumo, como bombas.

➤ **Sistema de Bombeo de Agua**

Agua sanitaria
Agua caliente
Agua fría

De acuerdo a su potencia y régimen de trabajo, se deberá evaluar la incorporación de sistemas de frecuencia variable y control horario para horas de punta, cuidando de no afectar al normal funcionamiento de la Producción.

b. Auditoría Área Térmica

La **Auditoría del Área Térmica** ha sido incorporada en el **Anexo 5**.

A partir de los puntos de los estudios efectuados en la etapa de auditoría, se pudo determinar que las medidas a tomar se pueden enmarcar dentro de las siguientes áreas.

CUADRO RESUMEN DE MEDIDAS PROPUESTAS				
Medidas Blandas				
Medidas	Ahorro		Posible Ahorro \$	
	Kwh-th	Kwh		
Aislamiento Térmico	93.100	30.129	\$ 7.011.838	
Mantenición Caldera	11.994,5		\$ 566.620	
Medidas Duras o Oportunidades de Cambios Tecnológicos				
Medida	Uso	Capacidad	Equipo a Reemplazar	% de Reemplazo
Caldera Biomasa	Proceso	50 Kw	Caldera GN	85%
Caldera Condensación	Proceso	50 Kw	Caldera GN	100%
Colectores Solares	ACS	3 Paneles	Calefón	52%
Bomba de Calor Aerotérmica	ACS	8 Kw	Calefón	77%

Además se estudiarán las alternativas de **recuperar el calor del chiller** y de **Cogenerar con un Grupo electrógeno**, utilizando un **intercambiador de calor** para reemplazo del calefón destinado ACS.

c. Cálculo de Indicadores Energéticos

Indicadores Base

De acuerdo a los registros de la información de producción de Frugo, se tienen los siguientes niveles de actividad y consumo de energía:

Área	Consumos Anuales	Producción (Litros)	Indicadores Base (Kwh/litros producidos)
Área Eléctrica	448.800 kWh	8.630.538	0,0520
Área Térmica Caldera	239.890 kWh-th	8.630.538	0.0278
Área Térmica Calefón	35.248 kWh-th	8.630.538	0.0041

De acuerdo a la tabla anterior, en la línea inferior se tiene la propuesta del indicador correspondiente a los Kwh consumidos por litro producido.

Ahorros Projectados

Área	Consumo Anual	Kwh anuales ahorrados	Ahorro estimado (%)	Consumo Anual Projectado
Área Eléctrica (kWh)	448.800	18.821	4,19	429.979
Área Térmica Caldera (kWh-th)	239.890	119.337	49,75	120.553
Área Térmica Calefón (kWh-th)	35.248	13.816	39,20	21.432

Indicadores Projectados

Área	Consumos Anuales	Producción (Litros)	Indicadores Base (Kwh/litros producidos)
Área Eléctrica	429.979 kWh	8.630.538	0.0498
Área Térmica Caldera	120.553 kWh-th	8.630.538	0.0140
Área Térmica Calefón	21.432 kWh-th	8.630.538	0.0025

Factores que pueden incidir en el indicador de EE

- **Producción:** Corresponde al Porcentaje de Carga o utilización. El indicador ha sido desarrollado a partir de una producción base correspondiente a un promedio, variaciones en la cantidad producida, afectarán los resultados de este indicador, teniendo que cantidades menores podrían implicar un incremento en el indicador,

considerando que existiría una subutilización de las instalaciones.

A su vez, cantidades mayores de producción, podrían implicar una disminución del consumo de energía por producción, siendo que se estaría frente a una sobre-utilización de las instalaciones.

- **Planes de Mantenimiento:** La no realización de los planes de mantenimiento, dentro de los parámetros apreciados en las visitas a las plantas, podría incidir en que se registre un mayor consumo de energía que el esperado.
- **Fallas no previstas:** El mal funcionamiento de equipos, por fallas no previstas, implicará una disminución de la eficiencia en la utilización de la energía.

2.3.1.2 Descripción y Evaluación de las Medidas de EE identificadas

- **Medidas blandas que no requieran inversión ordenadas de acuerdo a su complejidad de implementación**

a. Área Eléctrica

En el Área Eléctrica no se detectaron medidas blandas, posibles de implementar.

b. Área Térmica

De acuerdo a lo descrito en el **Anexo 7**, correspondiente al análisis de las medidas posibles de implementar en el Área Térmica, se detectó lo siguiente:

Recuperación de la Eficiencia de la Caldera

- La Caldera presenta una pérdida de su eficiencia del 6,67% (Operación Actual al 70% - Operación Óptima 75%), equivalente a la pérdida de 5 puntos en su operación.
- Si bien implementar un plan de mantención anual permitiría alcanzar ahorros del orden de los \$ 566.620 (considerando un valor de \$ 510,50 por m³ de GN), los gastos de mantención anuales serían de \$ 550.000, generando un ahorro neto de \$ 16.220.
- Dadas las mediciones realizadas, se ha estimado que la caldera está sobredimensionada para su actual uso, en consecuencia, se sugiere evaluar la conveniencia de reemplazar el consumo de Gas natural por otro

combustible más económico y menos contaminante, como lo es la Biomasa.

- **Medidas duras ordenadas por complejidad tecnológica o monto de inversión**

a. Área Eléctrica

Las medidas evaluadas en el área eléctrica se describen en el **Anexo 6**, encontrándose resumidas en la siguiente tabla:

Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265	1,11 años	\$ 11.144.040	90%
	251 kW				
Sistema de Control Predictivo	17.952 kWh	\$ 3.262.203	2,54 años	\$ 11.735.928	38%
	360 kW				
Sistema de Control Potencia Chiller	59 kW	\$ 330.129	1,51 años	\$ 1.86.545	66%
Motores Alta Eficiencia	Esta medida no aplica, los ahorros generados por esta medida no permiten financiar el cambio tecnológico.				
Variadores de Frecuencia Alt 1	Esta medida no aplica, los ahorros generados por esta medida no permiten financiar la implementación propuesta.				
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238	1,92 años	\$ 1.806.319	51 %
Variadores de Frecuencia Alt 3	8.489 kWh	\$ 696.053	2,97 años	\$ 2.234.045	31 %
Iluminación de Alta Eficiencia	Esta medida no aplica, los ahorros generados por esta medida no permiten financiar la implementación propuesta.				
Balance de Corrientes por Fase	Esta medida no aplica, los ahorros generados por esta medida no permiten financiar la implementación propuesta.				

b. Área Térmica

Las medidas evaluadas en el área térmica se describen en el **Anexo 6**, encontrándose resumidas en la siguiente tabla:

Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843	1,07 años	\$ 18.409.743	93 %
Aislación Cañerías de Sist. Agua Caliente y Fría	73.535 kwh-th	\$ 4.364.222	2,03 años	\$ 16.301.388	48 %
Caldera a Biomasa	48.763,50 Kwh-th	\$ 5.481.449	2,87 años	\$ 17.202.750	33 %
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742	2,17 años	\$ 10.864.377	45 %
Colectores Solares	8.698 Kwh-th	\$ 863.766	3,01 años	\$ 2.444.493	31 %
Bomba de Calor Geotérmica	17.971 Kwh-th	\$ 1.307.992	2,87 años	\$ 4.336.206	33 %
Recuperación de Calor Equipo Cogeneración	Esta medida no aplica, los ahorros generados por esta medida no permiten financiar la implementación propuesta.				
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938	2,14 años	\$ 4.105.737	46%

2.3.1.3 Selección y Priorización de Medidas de EE

Los criterios de selección y priorización de las alternativas corresponden a:

- **Ahorro Energético:** La cantidad de kWh eléctricos y térmicos ahorrados con la medida propuesta.
- **Ahorro económico:** considerando que en el área térmica, no existe, necesariamente, una relación directa entre los kWh térmicos ahorrados y el monto del ahorro, se ha utilizado como segundo criterio de selección esta variable, que depende del precio unitario del kWh térmico, el cual puede variar según el COP de Frío o Calor de los equipos estudiados.
- **PRI:** El periodo de recuperación de la inversión es el tercer elemento de selección utilizado en la selección de las medidas, considerando que no deben sobrepasar los 3 años, ajustado a la posibilidad de obtener financiamiento de mediano plazo.
- **VAN y TIR:** El valor actual neto de la alternativa propuesta y la tasa interna de retorno han sido los últimos indicadores ocupados como elemento de selección de las alternativas propuestas.

La selección de las medidas corresponde a:

MEDIDAS SELECCIONADAS ÁREA ELÉCTRICA					
Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265	1,11 años	\$ 11.144.040	90%
	251 kW				
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238	1,92 años	\$ 1.806.319	51 %

MEDIDAS SELECCIONADAS ÁREA TÉRMICA					
Medida Propuesta	Ahorro		Indicadores Financieros Relevantes (*)		
	Energético	Económico	PRI	VAN	TIR
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843	1,07 años	\$ 18.409.743	93 %
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742	2,17 años	\$ 10.864.377	45 %
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938	2,14 años	\$ 4.105.737	46%

- Todas la medidas propuestas cuentan con variados proveedores de la tecnología, cuya entrega puede variar entre una semana y 60 días.
- La empresa no necesita disponer de personal especial para su operación, pues los equipos son conocidos y su mantenimiento es parte de los planes del área eléctrica o térmica.
- La operación de las medidas propuestas se ajusta a las capacidades del personal de la empresa.
- Las medidas no tienen impactos ambientales negativos, muy por el contrario, algunas de ellas, resultan en un beneficio para el medioambiente al considerar que reemplazan fuentes energéticas contaminantes, especialmente la recuperación de calor del Chiller.
- Los equipos propuestos para la implementación de las medidas cumplen con las disposiciones eléctricas y térmicas, cuando corresponda, incluso son parte del diseño de los sistemas.
- Las medidas propuestas no afectan la producción de la empresa.
- Las medidas no presentan complejidad tecnológica para su utilización.

2.3.2 Plan de Implementación de Medidas de EE

Medidas Propuestas a Implementar

Los Montos de las inversiones requeridas para las medidas propuestas, se detallan a continuación:

INVERSIONES MEDIDAS ÁREA ELÉCTRICA			
Medida Propuesta	Ahorro		Inversión
	Energético	Económico	
Sistema de Control de Horario	13.464 kWh	\$ 2.337.265	\$ 2.800.000
	251 kW		
Variadores de Frecuencia Alt 2	5.357 kWh	\$ 439.238	\$ 900.000
Total Medidas Área Eléctrica			\$ 3.700.000

INVERSIONES MEDIDAS ÁREA TÉRMICA			
Medida Propuesta	Ahorro		Inversión
	Energético	Económico	
Aislación Cañerías de Agua Caliente	58.162 kwh-th	\$ 3.992.843	\$ 4.286.574
Caldera de Condensación	61.175 Kwh-th	\$ 2.891.742	\$ 6.800.000
Recuperación de Calor del Chiller	13.816 Kwh-th	\$ 1.085.938	\$ 2.520.400
Total Medidas Área Térmica			\$ 13.606.974
Total Medidas			\$ 17.306.974

- **Requerimientos básicos para la implementación**

No poseen requerimientos básicos, las instalaciones actuales de la empresa permiten la ejecución e instalación de los equipos.

- **Posibles obstáculos, dificultades y riesgos**

No se prevén obstáculos en la instalación de las medidas, salvo la necesidad de desconectar tableros de algunas áreas, pero trabajando la empresa a un solo turno, es cosa de ajustar los horarios de las instalaciones, para lo cual se coordinaría su ejecución al final del turno del personal.

- **Carta GANTT de Implementación con actividades a realizar e hitos con sus plazos correspondientes considerando eventuales dependencias de medidas.**

Las Cartas Gantt del Plan de Implementación se encuentran en los Anexos 6 y 7.

- **Recomendaciones para realizar seguimiento y medición y verificación** para controlar consumos, rendimientos y ahorros generados, (si aplicable)

Se hace necesario durante el periodo de marcha blanca y al finalizar las instalaciones de las medidas propuestas, que se efectúen las mediciones de verificación correspondientes a cada una de ellas, lo que en algunos casos es proveído por la empresa a cargo de implementar la medida.

2.3.3 Análisis Financiero

El Análisis financiero tiene como objetivo principal facilitar a la empresa la obtención de un financiamiento.

En el caso de FRUGO se recomienda efectuar la implementación de las medidas duras con externos, considerando el monto involucrado (M\$ 17.306.974), para lo cual dispone de los siguientes instrumentos financieros:

- **Crédito PyME:** Todos los bancos del sistema financiero poseen líneas de financiamiento para las PyMEs, con tasas que pueden fluctuar entre 8,5% anual a un 11,5%, para créditos en Unidades de Fomento.

Este tipo de instrumentos no contemplan plazos de gracia, por lo general, deben ser solicitados.

En la mayoría de las instituciones financieras, se cobra una comisión adicional por la colocación, lo cual es agregado al financiamiento.

- **Crédito CORFO:** CORFO a través de las instituciones financieras que se encuentran detalladas en su página web (www.corfo.cl), ha dispuesto un crédito para el financiamiento de proyectos de Eficiencia Energética que entre sus ventajas contempla plazos de gracia y una tasa fija del 9% en Unidades de Fomento, más el pago de una comisión por la colocación.

a. Flujo de Caja

Para este análisis sólo se considerarán los flujos efectivos de dinero, quedando de lado los posibles beneficios tributarios que pueden obtener las empresas, tanto por la compra de activos, como por los efectos de gastos no operacionales como la depreciación y la proporción de las utilidades a las cuáles se encuentran sujetos.

Medida Propuesta	Inversión
Sistema de Control de Horario	\$ 2.800.000

Variadores de Frecuencia Alt 2	\$ 900.000
Aislación Cañerías de Agua Caliente	\$ 4.286.574
Caldera de Condensación	\$ 6.800.000
Recuperación de Calor del Chiller	\$ 2.520.400
Total	\$ 17.306.974

Medida Propuesta	Ahorro
Sistema de Control de Horario	\$ 2.337.265
Variadores de Frecuencia Alt 2	\$ 439.238
Aislación Cañerías de Agua Caliente	\$ 3.992.843
Caldera de Condensación	\$ 2.891.742
Recuperación de Calor del Chiller	\$ 1.085.938
Total	\$ 10.747.026
Proyección de Ahorro Mensual Promedio	\$ 895.586
Ahorros Año 1 (considera 2 meses de Implementación y un mes para recibir los beneficios económicos)	\$ 8.060.247
Ahorros Año 2	\$ 10.747.026

b. Simulación del Financiamiento

Se establece bajo las siguientes condiciones:

Detalles de la Simulación del Financiamiento	Valores
Monto Solicitado	M\$ 17.310
Plazo de Gracia	4 meses
Tasa del Financiamiento	11,5% + U.F.
Pagos del Financiamiento	M\$ 806
Plazo	23 meses
El financiamiento ha sido simulado incluyendo las comisiones e impuesto al crédito correspondiente.	
El pago anual se ha proyectado en función de los ahorros proyectados incluyendo una cobertura del 10% para cubrir las variaciones mensuales de los ahorros.	

2.3.3.1 Evaluación Económica para las medidas que requieran de financiamiento externo, considerando la información de la sección 2.3.1.2. debe presentarse:

- **Una breve descripción de las Características técnicas del Proyecto y sus efectos en el consumo de energía y/o en la productividad de la empresa**

Las medidas propuestas implican alcanzar un ahorro del 4,19% del consumo energía eléctrica, del 49,75% del consumo de energía térmica de la actual caldera y un 39,20% del calefón destinado a producir Agua Caliente Sanitaria. siendo sus aplicaciones relativamente simples, pues se basan en el rediseño del sistemas, la incorporación de mejoras tecnológicas o cambios tecnológicos, ocupando elementos actualmente presentes, como es el chiller, de esta forma se eliminan las pérdidas del sistema, e integrando equipos complementarios.

2.3.3.2 Evaluación de alternativas de financiamiento

De acuerdo a lo señalado en el encabezado de este punto, el monto solicitado sería de M\$ 17.310, con un plazo de pago de 27 meses, incluyendo un periodo de gracia de 4 meses, para permitir que se realicen las Medidas Propuestas y se perciban los ahorros estimados.

Para este tipo de solicitud el mercado dispone de las siguientes alternativas:

Alternativas de Financiamiento	Características
Crédito PyMes Empresa	Normalmente Solicitados a la entidad o las entidades financieras con la cual opera la empresa, pudiendo ser otorgado en las condiciones especificadas. La tasa del financiamiento dependerá de la calificación de riesgo del cliente, estimándose como máximo un 11,5% anual más U.F: sin incluir comisión
Crédito CORFO	Si bien la empresa califica para aplicar este tipo de solicitud, no se recomienda su utilización, pues su operatoria incluye tasa del financiamiento más el pago de comisiones por ocupar el instrumento, lo que haría menos atractiva su solicitud frente a la alternativa de un crédito PyME

3. CONCLUSIONES

- **Principales hallazgos del diagnóstico**

Cabe destacar lo positivo encontrado en Frugo, con planes de mantenimiento adecuadamente implementados, dentro de las posibilidades de sus equipos y con personal comprometido en alcanzar altos estándares de eficiencia en el uso de los recursos, especialmente los relacionados al manejo de la energía térmica

Las medidas propuestas, nacen de la inspección topológica de las instalaciones, detectándose la posibilidad de efectuar mejoras al diseño a los sistemas eléctricos y térmicos, mediante la modificaciones de diseño, complementación de tecnología disponible en el mercado y la introducción de cambios tecnológicos, en consideración a las fuentes de consumo de energía y a su uso en los procesos productivos.

- **Descripción de las soluciones propuestas**

Las medidas propuestas, como se indicó, nacen de posibles mejoras al diseño de los sistemas eléctrico y térmico, considerando el consumo y uso de la misma, para lo cual se podrían utilizar elementos existentes en las redes, como son los compresores del chiller para recuperar el calor disipado, o introducir mejoras al diseño incorporando VDF e implementando cambios tecnológicos, como es el caso de la utilización de una caldera de condensación..

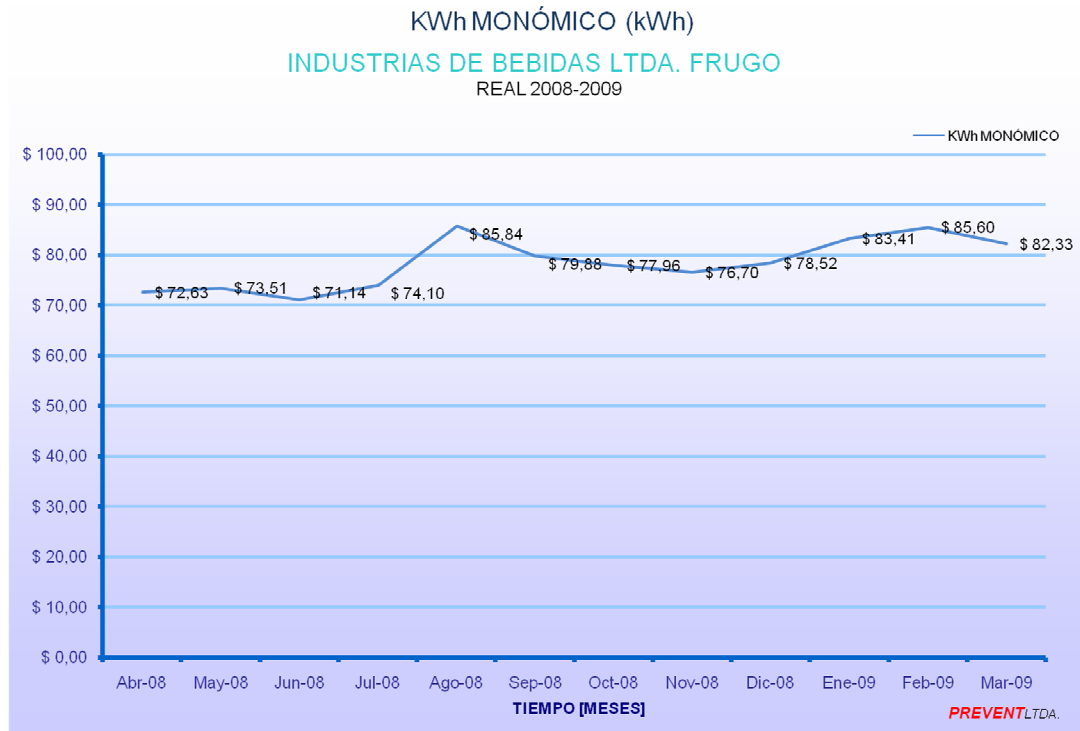
Además se ha considerado la aislación térmica de las cañería de agua caliente, para evitar la disipación del calor de las calderas.

- **Resumen del Análisis financiero**

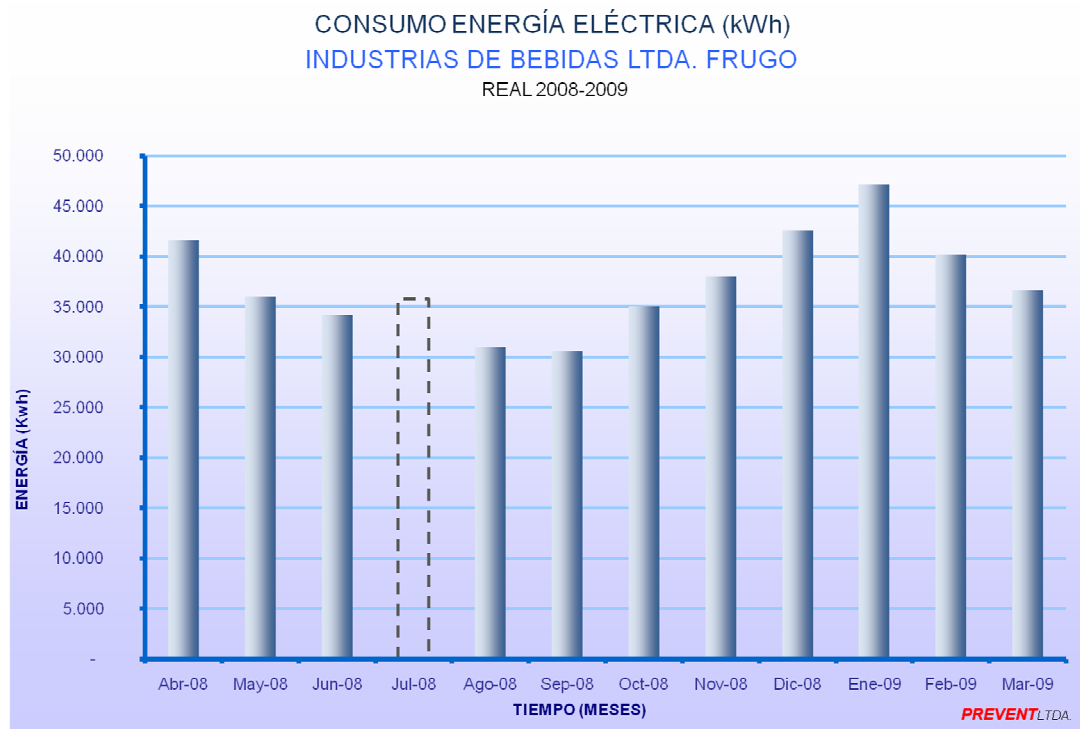
Medida	Inversión Inicial (M\$)	Ahorro Anual (M\$)	Pay Back (años)	VAN (10%)(M\$)	TIR (10 años)
Sistema de Control de Horario	\$ 2.800	\$ 2.337	1,11	\$ 11.144	90%
Variadores de Frecuencia Alt 2	\$ 900	\$ 439	1,92	\$ 1.806	51 %
Aislación Cañerías de Agua Caliente	\$ 4.287	\$ 3.992	1,07	\$ 18.410	93 %
Caldera de Condensación	\$ 6.800	\$ 2.891	2,17	\$ 10.864	45 %
Recuperación de Calor del Chiller	\$ 2.520	\$ 1.086	2,14	\$ 4.105	46%

ANEXO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS

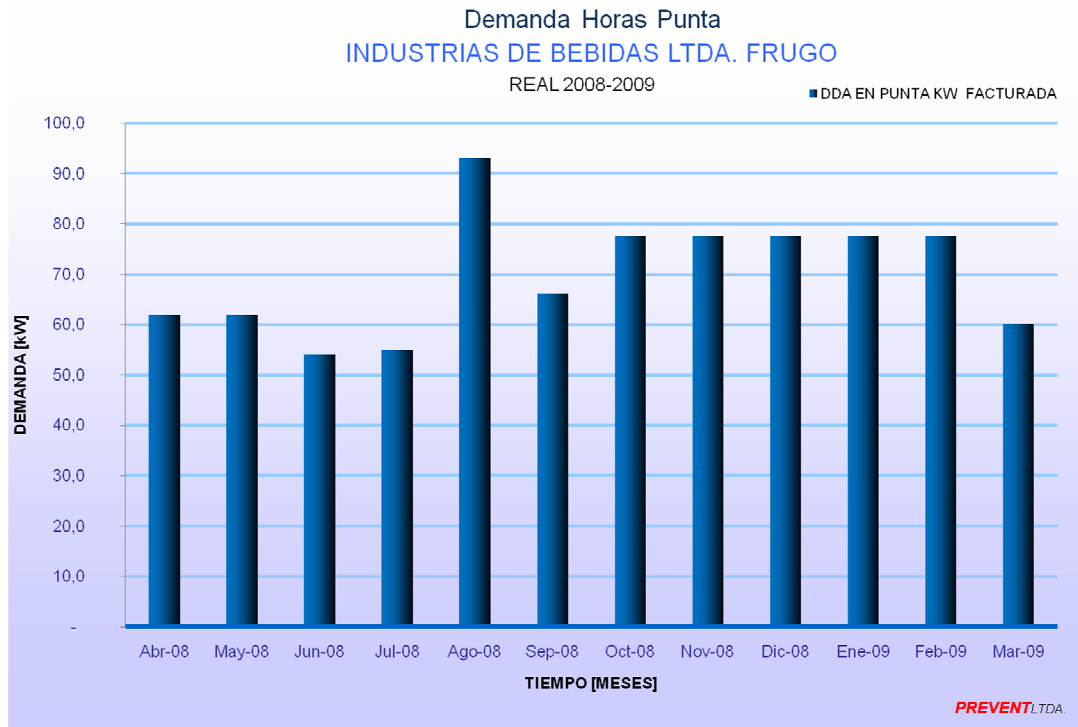
GRAFICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2008-2009



Variación del kWh Monómico durante el periodo 2008-2009



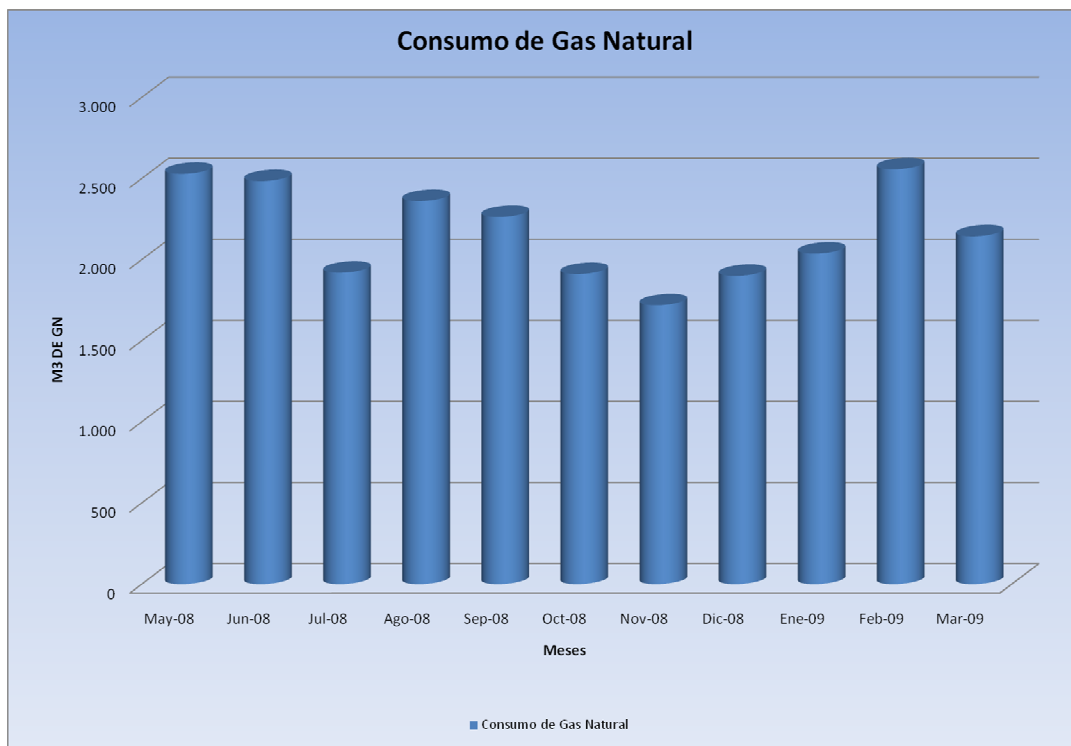
Variación del consumo de energía durante el periodo 2008-2009



Variación de la demanda en horas de punta durante el periodo 2008-2009.

CONSUMO ANUAL DE GAS 2008

En total la Planta consume **25.841 M³** anuales con un costo de **\$12.615.802.**



Variación del consumo de Gas durante periodo 2008-2009.

RESUMEN FACTURAS ELÉCTRICAS 2008 - 2009

REAL 2008-2009		INDUSTRIAS DE BEBIDAS LTDA. FRUGO													
DISTRIBUIDORA: CHILECTRA		NUM. CLIENTE: 1147494-2		NUM. MEDIDOR: 86371378											
PREVENT LTDA.															
ESTUDIO ELÉCTRICO															
DATOS		PERIODO INVIERNO							PERIODO VERANO						
		Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Mar-09		
\$	CARGO FIJO	\$ 931	\$ 945	\$ 971	\$ 1.000	\$ 1.027	\$ 876	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.087	\$ 1.063	\$ 851		
\$	ENERGIA \$	\$ 2.528.510	\$ 2.129.836	\$ 2.023.344	\$ 2.219.600	\$ 1.983.842	\$ 1.958.244	\$ 2.170.000	\$ 2.356.000	\$ 2.641.520	\$ 3.281.863	\$ 2.795.146	\$ 2.541.789	\$ 11.851	
KWH	ENERGIA KWH	41.600	36.000	34.200	35.800	31.000	30.600	35.000	38.000	42.600	47.200	40.200	36.600	\$ 28.629.684	448.800
\$	DDA. PTA. FACTURADA \$	\$ 342.381	\$ 323.420	\$ 282.647	\$ 302.500	\$ 536.420	\$ 318.854	\$ 426.250	\$ 426.250	\$ 522.411	\$ 476.074	\$ 474.554	\$ 339.181	\$ 4.770.942	
KW	DDA. EN PUNTA KW FACTURADA	62,0	62,0	54,0	55,0	93,0	66,1	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	60,2	625	
KW	DDA. EN PUNTA KW LEIDA	62,0	62,0	54,0	55,0	93,0	42,0				-		47,0	-	
Lts	PETROLEO GENERAR													\$	
	PETROLEO AUTOGENERACION														
\$	DDA. FUERA PTA. FACTURADA \$	\$ 86.748	\$ 87.831	\$ 90.300	\$ 93.900	\$ 95.498	\$ 81.354	\$ 93.900	\$ 93.900	\$ 110.292	\$ 114.384	\$ 111.358	\$ 89.350	\$ 1.148.815	
KW	DDA. FUERA PUNTA KW FACTURADA	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	165,5	173,5	173,5	173,5	1.418	
KW	DDA. FUERA PUNTA KW LEIDA	145,0	135,0	133,0		137,0	134,0			173,0	174,0	164,0	149		
\$	ARRIENDO EQUIPOS	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 27.348	\$ 300.828	
	OTROS	\$ 35.613	\$ 76.847	\$ 8.391	\$ 8.391	\$ 16.929	\$ 57.572	\$ 10.000	\$ 10.000	\$ 42.447	\$ 36.014	\$ 31.766	\$ 14.603	\$ 348.573	
														\$	
\$	RECARGO FACTOR POTENCIA														
KVar	Energía Reactiva	10.400	9.600	8.800	9.200	8.000	7.800			12.400	14.200	12.000			
	Factor de Potencia	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	1,00	1,00	0,96	0,96	0,96	1,00		
	FACTURA POT REEMPLAZO:														
	KW POT REEMPLAZO CONTRATO														
\$	\$/kwh	\$ 61	\$ 59	\$ 59	\$ 62	\$ 64	\$ 64	\$ 62	\$ 62	\$ 62	\$ 70	\$ 70	\$ 69		
\$	\$/ kw dda pta	\$ 5.522	\$ 5.216	\$ 5.234	\$ 5.500	\$ 5.768	\$ 4.824	\$ 5.500	\$ 5.500	\$ 6.741	\$ 6.143	\$ 6.123	\$ 5.634		
\$	\$/ kw dda suministr	\$ 554	\$ 561	\$ 577	\$ 600	\$ 610	\$ 520	\$ 600	\$ 600	\$ 666	\$ 659	\$ 642	\$ 515		
	KWh MONOMÍCO	\$ 72.63	\$ 73.51	\$ 71.14	\$ 74.10	\$ 85.84	\$ 79.88	\$ 77.96	\$ 76.70	\$ 78.52	\$ 83.41	\$ 85.60	\$ 82.33		
	\$/ kw pot reemplazo														
	NETO	\$ 3.021.531	\$ 2.646.227	\$ 2.433.001	\$ 2.652.739	\$ 2.661.064	\$ 2.444.248	\$ 2.728.498	\$ 2.914.498	\$ 3.345.118	\$ 3.936.770	\$ 3.441.235	\$ 3.013.122	\$ 35.238.051	
	TARIFA	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3	AT4.3		

RESUMEN FACTURAS Gas 2008 - 2009

Compra de Combustible.		May-08	Jun-08	Jul-08	Agg-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	Total de Gas
Compras de Combustible (M3)		2.529	2484.17	1919.69	2361.21	2263.46	1911.28	1718.73	1900	2037.3	2557.4	2143.55	2014.84	25.841
Compras en (\$)		\$ 1.199.301	\$ 1.201.285	\$ 941.929	\$ 1.227.856	\$ 1.207.529	\$ 1.027.011	\$ 923.366	\$ 991.157	\$ 991.157	\$ 1.168.363	\$ 920.770	\$ 816.078	\$ 12.615.802
Valor del litro de Combustible		\$ 474.2	\$ 483.6	\$ 490.7	\$ 520.0	\$ 533.5	\$ 537.3	\$ 537.2	\$ 521.7	\$ 486.5	\$ 456.9	\$ 429.6	\$ 405.0	
Kcal		23.522.769	23.102.781	17.853.117	21.959.253	21.050.178	17.774.904	15.964.189	17.670.000	18.946.890	23.783.620	19.935.015	18.738.012	221.582.916
Kwh		27.357	26.869	20.763	25.539	24.481	20.672	18.590	20.550	22.035	27.661	23.184	21.792	257.701
Kwh 72% Eficiencia		19.697	19.345	14.949	18.388	17.627	14.884	13.385	14.796	15.865	19.916	16.693	15.690	185.545
Proyecto solar														0
Aporte Bomba de calor														0
Caldera a Pellet		21.410	21.028	16.249	19.987	19.159	16.178	14.548	16.083	17.245	21.647	18.144	17.055	201.679
Hora Mes		357	350	271	333	319	270	242	268	287	361	302	284	
Horas dias		12	12	9	11	11	9	8	9	10	12	10	9	
Kgr de Pellet		4.555	4.474	3.457	4.252	4.076	3.442	3.095	3.422	3.669	4.606	3.860	3.629	42.910
Kgr de cenizas		23	22	17	21	20	17	15	17	18	23	19	18	215
Costo (\$)		\$ 683.292	\$ 671.092	\$ 518.599	\$ 637.875	\$ 611.468	\$ 516.327	\$ 464.310	\$ 513.280	\$ 550.371	\$ 690.875	\$ 579.074	\$ 544.304	\$ 6.436.564
Ahorro en (\$)		\$ 516.009	\$ 530.193	\$ 423.330	\$ 589.981	\$ 596.061	\$ 510.684	\$ 459.056	\$ 477.877	\$ 440.766	\$ 477.488	\$ 341.696	\$ 271.774	\$ 5.363.160



PREVENT *LTDA.*
SOPORTE INTEGRAL

INDUBEL LTDA.

Enero 2010



INFORME DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUDITORÍA ÁREA ELÉCTRICA

Mandante

INDUBEL LTDA.

Enero - 2010

PROYECTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA INDUBEL LTDA.
TITULO	AUDITORÍA ÁREA ELÉCTRICA
CONTENIDO	1.- OBJETIVO 2.- AUDITORÍA EE EN ÁREA ELÉCTRICA 3.- MEDIDA PROPUESTA
ANEXOS	ANEXO:
UNIDAD GENERADORA Preparado por Revisado por Aprobado por UNIDAD REVISORA Revisado por Aprobado por UNIDAD APROBADORA Aprobado por	Patricio Morales Cofré Gunther Klemmer Marchesse Gunther Klemmer Marchesse
DISTRIBUCION	

1. Objetivo

El presente documento tiene por finalidad, resumir los datos obtenidos durante las visitas de inspección a las instalaciones de la empresa Indubel (FRUGO), convirtiéndose en una herramienta de trabajo para la revisión de las propuestas de implementación en el área eléctrica, mediante la entrega de la información necesaria para evaluar la operación del sistema eléctrico y los sub-sistemas de Frugo, tanto desde el punto de vista de los puntos de consumo, como de su uso.

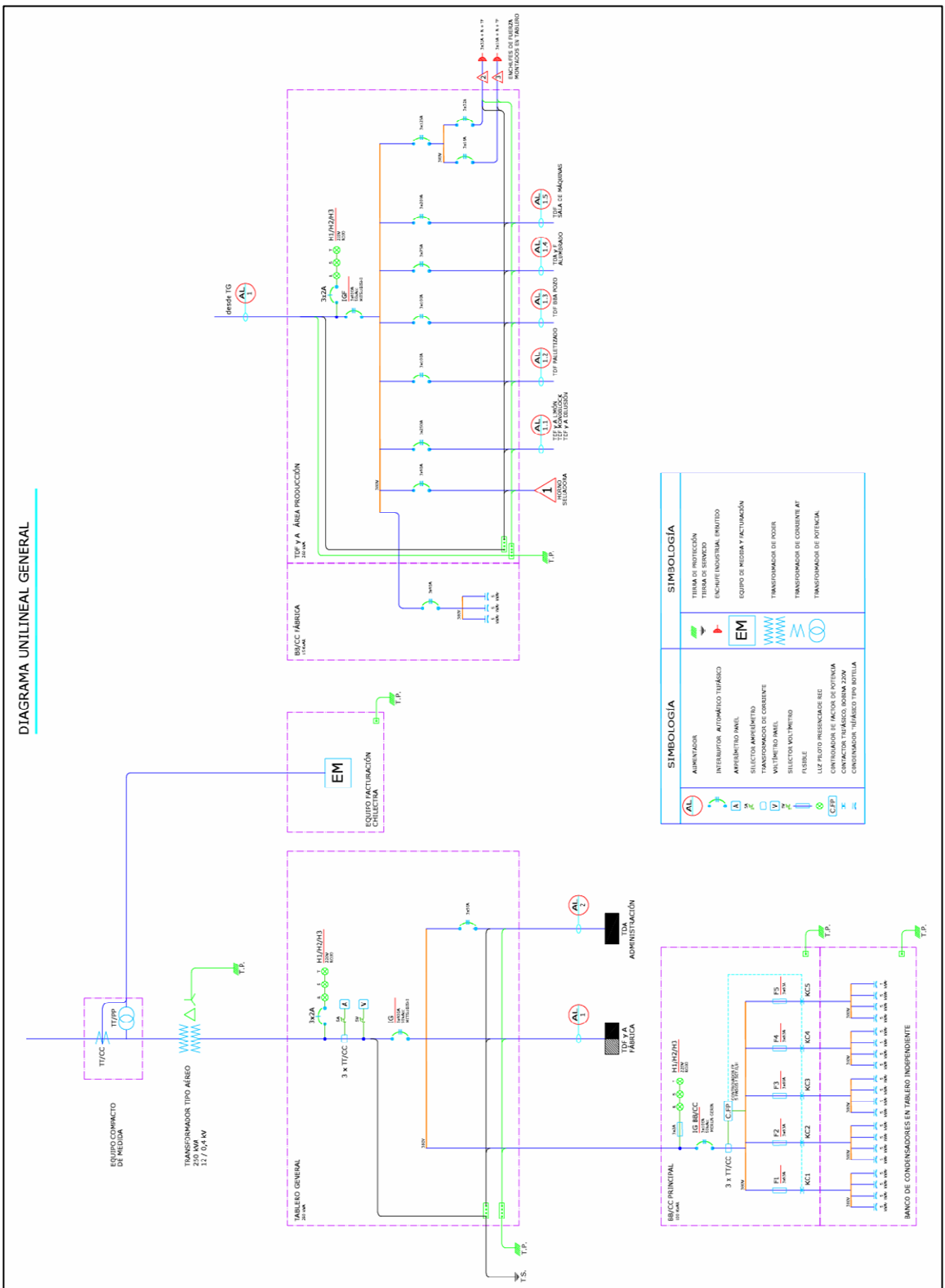
2. Auditoría de EE en Área Eléctrica

2.1. Cuadros de Cargas

CUADRO RESUMEN DE CARGAS				
TABLERO	ALIMENTADOR	CONDUCTOR	POTENCIA	DISYUNTOR
TDF Y A PRODUCCIÓN	AL 1	THHN 2 AWG	145,1 kW	400 A
TDA Y F ADMINISTRACIÓN	AL 2	THHN 8 AWG	11,5 kW	50 A
TOTALES	-	-	156,6 kW	-

CUADRO DE CARGAS DE FUERZA "TDF y A PRODUCCIÓN"											
ALIMENT.	CTO. N°	DISYUN.	ENCH.	ARRANQ.	FASES (A)			POT.	CANALIZACIÓN		DESCRIPCIÓN
					R	S	T		COND.	DUCTO	
1.1		3x250 A			63	63	63	41,4 kW	33,60 mm2	t.p.r	TDF LIMON, TDF MONOBLOCK, TDF DILUCIÓN
1.2		3x100 A			49	49	49	32,0 kW	8,37 mm2	t.p.r	TDF PALLETIZADO
1.3		3x100 A			3,3	3,3	3,3	2,2 kW	8,37 mm2	t.p.r	TDF BBA POZO
1.4		3x75 A			3,8	3,8	3,8	2,5 kW	8,37 mm2	t.p.r	TDA Y F GALPÓN
1.5		3x200 A			82	82	82	54,1 kW	8,37 mm2	t.p.r	TDF SALA DE MÁQUINAS
	1	3x40 A		1	7,4	7,4	7,4	4,9 kW	3,31 mm2	t.m.f	Horno selladora
	2	3x16 A	1		4,5	4,5	4,5	3,0 kW	3,31 mm2	-	Enchufe industrial montado en tablero
	3	3x32 A	1		7,6	7,6	7,6	5,0 kW	3,31 mm2	-	Enchufe industrial montado en tablero
TOTALES			2	1	220	220	220	145,1 kW			

2.2. Diagrama Unilineal.



2.3. Consumos energéticos.

La siguiente tabla, muestra como es consumida la energía eléctrica en la planta de Frugo, donde se observa la importancia de los equipos de frío en los procesos productivos.

CUADRO RESUMEN DE CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
ítem	Consumo Energético Anual (Kwh)	Balance (%)
Iluminación	12.555	3
Motores	146.522	33
Frío	206.753	46
Climatización	10.000	2
Otros	82.970	18
Total	448.800	100

2.4. Descripción del sistema.

2.4.1. Empalme eléctrico.

Frugo, posee 1 empalme eléctrico en alta tensión con la empresa de distribución Chilectra



Subestación aérea 200 kW Frugo.

2.4.2. Evaluación de Perfil Anual de Consumos, Demandas y Costos

La tabla detalla los consumos del empalme eléctrico de Frugo, donde se menciona el consumo de energía eléctrica durante el periodo comprendido en el año eléctrico 2008-2009 (Abril 08 – Marzo 09).

RESUMEN DE CONSUMOS Y GASTO ANUAL EMPALME FRUGO 04/2008/03/2009								
Medidor	Tarifa	Energía		Demanda HP		Demanda FP		TOTAL
		Kwh	M\$	KW	M\$	Kw	M\$	M\$
86371378	AT 4.3	448.800	26.630	625	4.771	1.418	1.149	35.238

Donde la descripción por columna es:

- Energía: consumo en kWh y en gasto anual en miles de pesos
- Demanda HP: Demanda máxima de potencia en horas de punta. En kW y en gasto anual en miles de pesos.
- Demanda FP: Demanda máxima de potencia fuera de punta. En kW y en gasto anual en miles de pesos.
- Total: total facturado por electricidad anual.

La tabla muestra un resumen de los consumos de energía y las demandas de potencia anuales de la planta, ésta información fue recopilada de las facturas eléctricas de Frugo.

CONSUMOS MENSUALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
Mes – Año	Energía		FP	Demanda HP Leída (KW)	Demanda FP Leída (KW)
	Kwh	KVAr			
Abr-08	41.600	10.400	0.97	62	145
May-08	36.000	9.600	0.97	62	135
Jun-08	34.200	8.800	0.97	54	133
Jul-08	35.800	9.200	0.97	55	0
Ago-08	31.000	8.000	0.97	93	137
Sep-08	30.600	7.800	0.97	66	134
Oct-08	35.000	0	1.00	0	0
Nov-08	38.000	0	1.00	0	0
Dic-08	42.600	12.400	0.96	0	173
Ene-09	47.200	14.200	0.96	0	174
Feb-09	40.200	12.000	0.96	0	164
Mar-09	36.600	0	1.00	0	149

2.4.2.1.kWh monómico.

El kilowatt/hora monómico es un parámetro que indica el costo real de cada unidad de energía eléctrica utilizada por el cliente. Éste valor incluye los cobros mensuales respectivos al tipo de tarifa contratada por el cliente, además de los gastos por conceptos de fuentes alternativas de energía eléctrica.

En Frugo, la tarifa contratada es AT 4.3; ésta contempla el cargo por: Cargo fijo mensual, cargo único por uso del sistema troncal, cargo por energía, demanda máxima de potencia suministrada, demanda máxima de potencia en horas de punta. Además de los costos por suministro eléctrico.

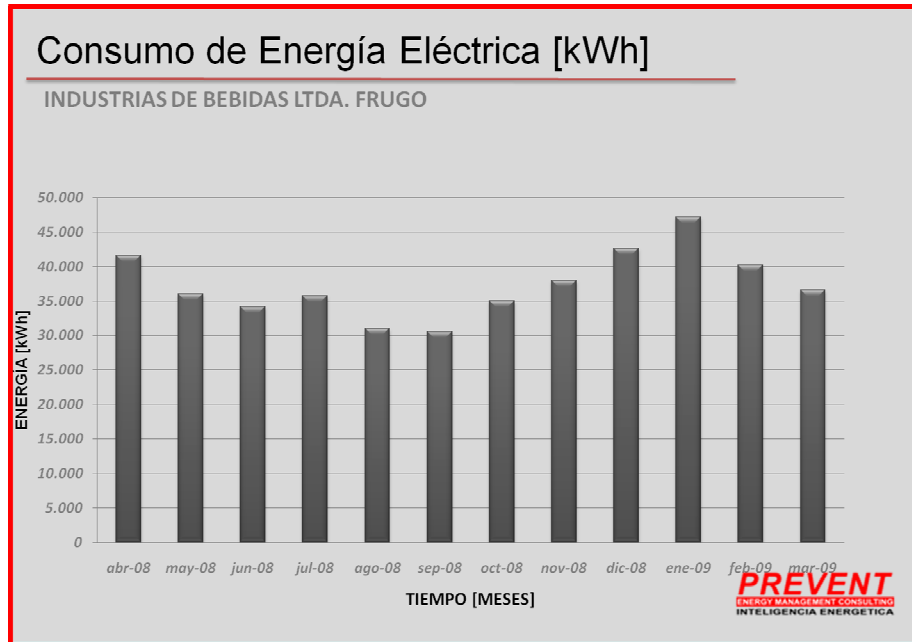
Para el mes de Marzo de 2009, los costos se detallan a continuación

Costo Kwh Monómico	
Parámetro	Valor Unitario (\$)
Energía	2.541.789
Demanda HP	339.181
Demanda FP	89.350
Cargo Fijo	851
Total	2.917.171
Consumo energía (Kwh)	36.600
Kwh Monómico	81

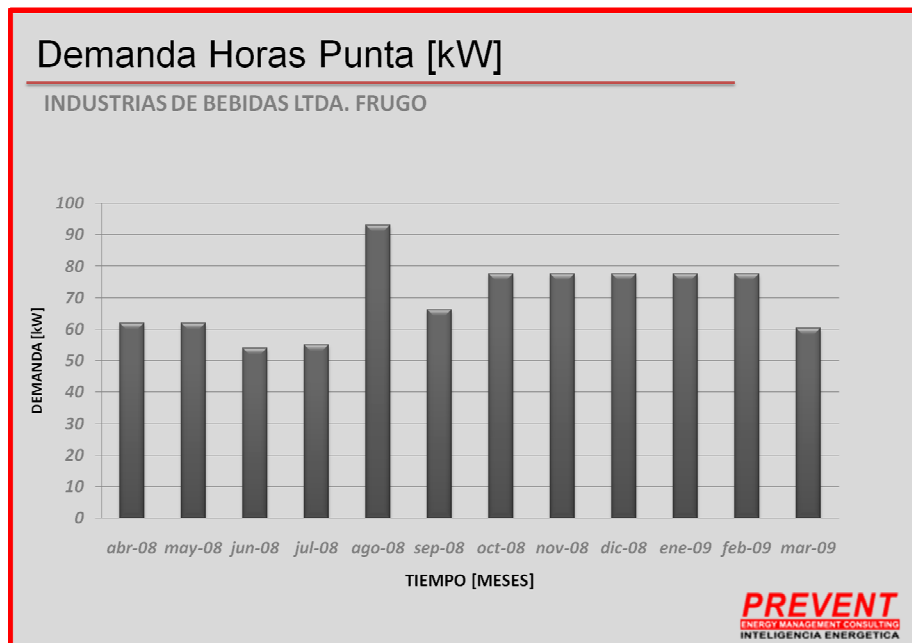
De ésta manera:

$$kWh_{monómico} = \frac{\$2.971.171}{36.600[kWh]} = 81 \left[\frac{\$}{kWh} \right]$$

2.4.2.2. Curvas de consumos eléctricos.



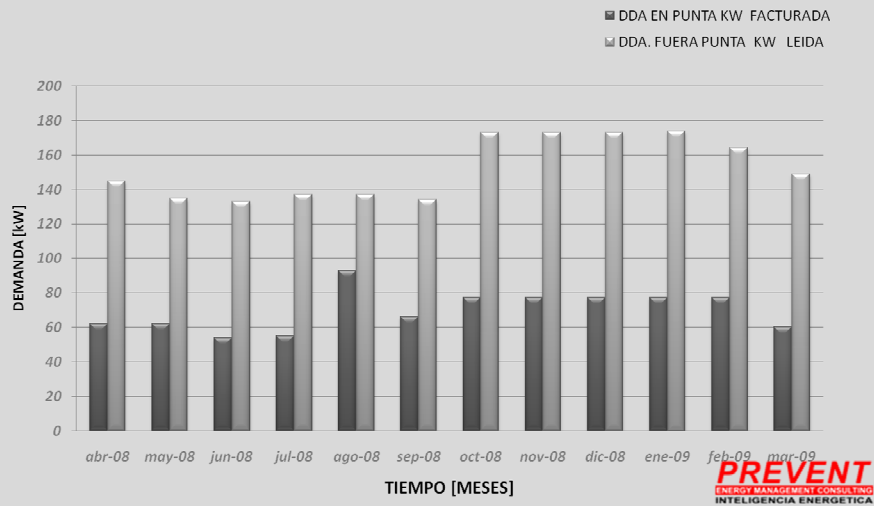
Energía Consumida Año 2008-2009 (año eléctrico).



Demanda de Potencia en Horas de Punta (año eléctrico).

Demanda Horas Punta vs. Fuera de Punta [kW]

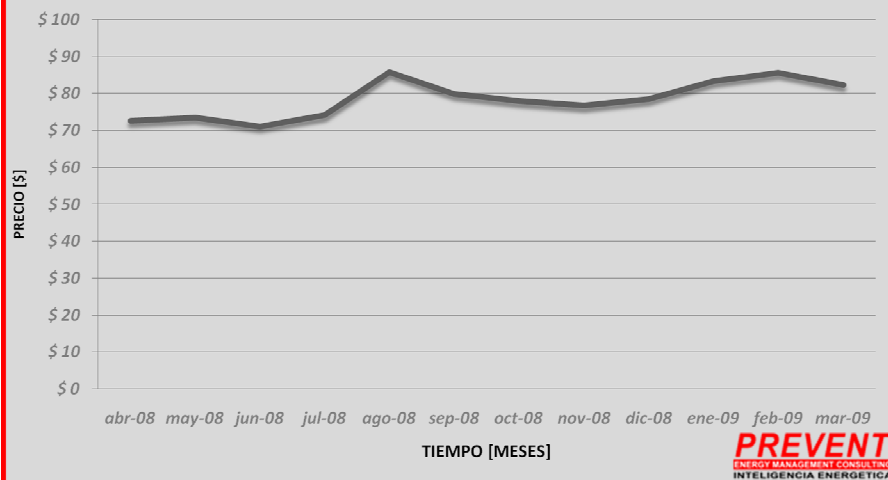
INDUSTRIAS DE BEBIDAS LTDA. FRUGO



Demanda de Potencia en Horas de Punta vs Fuera de Punta

Costo kWh Monómico

INDUSTRIAS DE BEBIDAS LTDA. FRUGO



Costo de kWh Monómico ¹.

¹ Según metodología explicada en punto 2.4.2.1.

2.4.3. Consumo de Energía

2.4.3.1. Motores eléctricos.

Los motores existentes en Frugo son utilizados en sistemas de bombeo para agua y producto, mezcladores, cintas transportadoras, ventiladores y compresores de aire. La tabla muestra el resumen de los motores instalados en la planta.

Resumen Motores Eléctricos		
Utilización	Potencia (KW)	Uso (horas día)
Bomba Agua Blanda	1.5	10
Bomba Recirculadora Caldera	1.5	10
Bomba Suministro Fructosa	1.5	5
Compresor de Aire	5.5	10
Bomba Alimentador Pausterizado Drink	2.2	5
Bomba Productos Drink	2.2	5
Bomba Producto Bidones	2.2	5
Bomba Descarga TQ's	5.5	5
Agitadores	3.0	8
Ventiladores Soplador Botellas	0.55	10
Motores Correa Transportadora	0.55	10

Mediante el levantamiento eléctrico efectuado, y con la información entregada por el personal de operación de la planta, se pudieron determinar las horas de funcionamiento de los motores asociados a los diferentes sistemas.

El consumo real se determinó considerando la eficiencia de los motores utilizados y estimando un grado de carga de un 80.

Resumen Consumos Anuales Motores Eléctricos					
Utilización	Cantidad	Eficiencia (%)	Horas Anuales	Kw Reales	Energía Consumida (Kwh)
Bomba Agua Blanda	1	76.9	2.600	1.6	4.057
Bomba Recirculadora Caldera	1	76.9	2.600	1.6	4.057
Bomba Suministro Fructosa	1	76.9	1.300	1.6	2.029
Compresor de Aire	1	82.4	2.600	5.3	13.883
Bomba Alimentador Pausterizado Drink	1	80.0	1.300	2.2	2.860
Bomba Productos Drink	1	80.0	1.300	2.2	2.860
Bomba Producto Bidones	1	80.0	1.300	2.2	2.860
Bomba Descarga TQ's	4	82.4	1.300	21.4	27.767
Agitadores	8	81.8	2.080	23.5	48.822
Ventiladores Soplador Botellas	2	71.3	2.600	1.2	3.209
Motores Correa Transportadora	3	71.3	2.600	1.9	4.813
Total KWh Anual					117.217

Donde:

kW Reales: Potencia eléctrica consumida por el motor, considerando un grado de carga de 80% y la eficiencia correspondiente a cada motor de eficiencia estándar.

2.4.3.2. Iluminación.

El sistema de iluminación de Frugo básicamente se basa en 2 grandes tipos de luminarias; lámparas Industriales en la zona de paletizado y fluorescentes de formatos variados; tubos, lámparas compactas.

Éste sistema se puede separar en 3 grandes sectores:

- a. **Zona Administración:** Donde se encuentran la mayoría de las oficinas administrativas y gerenciales. Poseen luminarias fluorescentes dispuestos en equipos de 2 x 36 [W] (figura 1). Las luminarias pertenecientes a oficinas administrativas poseen un régimen de operación continuo durante la jornada laboral; Desde las 8:00 hasta 18:30 horas.
- b. **Zona Producción:** Comprenden las salas de dilución, envasado y bidones. Estas poseen luminarias fluorescentes estancas de 2 x 36 [W] (figura 2), además debido que cuentan con una iluminación natural

nula, las luminarias se encuentran encendidas durante la totalidad de la jornada laboral; Desde las 7:00 a 17:30 horas.

- c. Zona Paletizado:** Posee luminarias industriales colgante de Haluro metálico de 250[W] cada una (figura 3). El régimen de operación de estas luminarias es reducido, debido al importante aporte de la iluminación natural existente en la zona, gracias a esto las luminarias funcionan desde las 7:00 hasta las 8:30 horas sólo en el periodo de invierno.

Luminarias instaladas:



Figura 1 Equipos Fluorescentes 2x36 [W].



Figura 2 Equipos Fluorescentes Estanco 2x36 [W].



Figura 3 Haluro Metálico 250 [W]

➤ **Metodología de cálculo de perfil anual de consumo.**

La estimación del consumo de energía eléctrica de iluminación, está calculado en base a la cantidad de luminarias que posee la planta, estos datos se obtuvieron de un levantamiento realizado en planos e instalaciones.

De acuerdo al régimen de operación de cada luminaria se calcula la energía utilizada diariamente, diferenciando entre los meses de días con menos horas de luz natural aplicando un factor de diversidad del 80%.

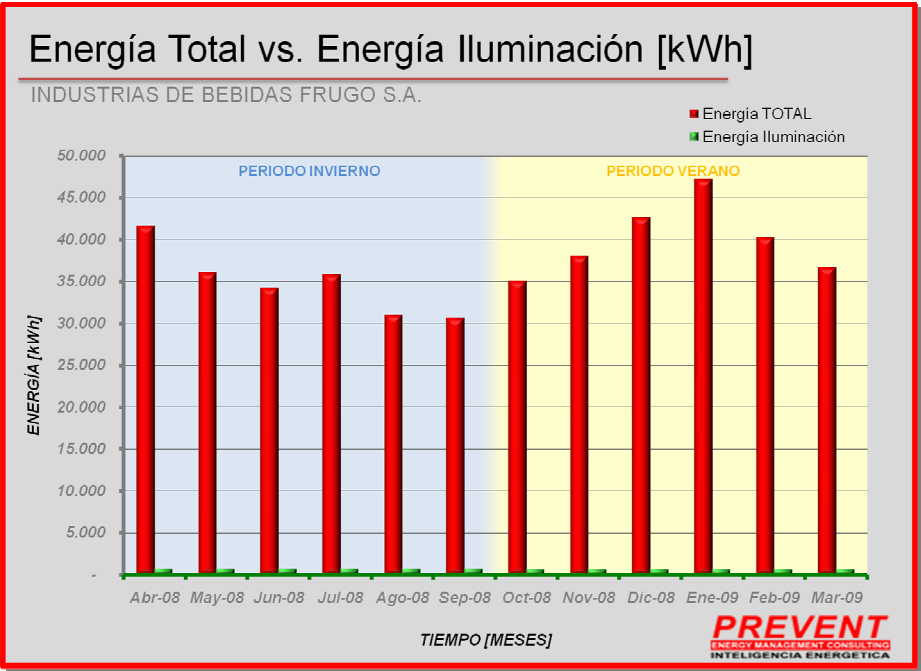
El régimen de operación de las luminarias es un dato obtenido en el levantamiento realizado en las instalaciones, entregado por los funcionarios de la planta.

➤ **Perfil de Consumo Anual.**

De acuerdo a la metodología empleada, se pudo obtener una estimación de la energía anual utilizada en iluminación.

Resumen Energía Consumida Iluminación Anual		
Utilización	Horas de Uso Año	Energía (Kwh)
Sala Envasado	2.520	2.177
Sala Difusión	2.520	907
Sala Bidón	2.520	726
Zona Paletizado	180	166
Oficinas / Laboratorio	2.520	3.084
Pasillo	2.820	127
Exterior	480	346
Total Kwh Anual		7.533

Total energía anual iluminación: 7.533 [kWh], de un total de 448.800 significando el 2% del consumo total de energía eléctrica de la planta.



Energía total calculada del sistema de iluminación.

2.4.3.3.Factor de Potencia.

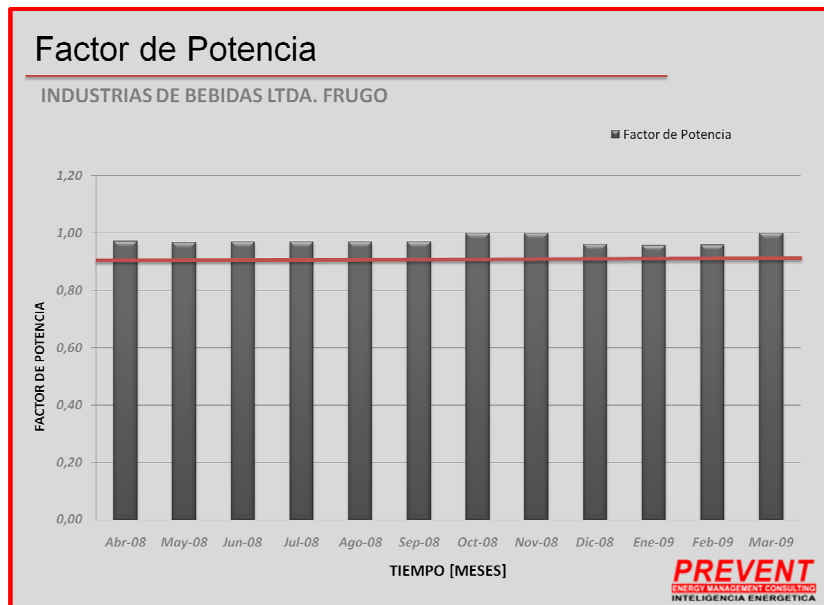
Frugo posee un empalme en media tensión con tarifa AT-4.3, el sistema cuenta con un equipo de control de potencia reactiva automático de 5 pasos. Cada paso está formado por un grupo de 4 condensadores de 5 [kVAr] tipo botella conectados en paralelo. En total el banco de condensadores suma 100 [kVAr]. .



Banco de Condensadores planta Frugo.

Estudio de perfil de consumos históricos.

Como se muestra en la gráfica, no se registraron multas por concepto de bajo factor de potencia durante el periodo comprendido entre Abril 2008 y Marzo 2009. El factor de potencia promedio durante éste periodo fue de 97%; 4 puntos porcentuales por sobre lo exigido en la normativa.



Factor de potencia Frugo.

3. Medida Propuesta

A partir de los puntos de los estudios efectuados en la etapa de auditoría, se pudo determinar que las medidas a tomar se pueden enmarcar dentro de las siguientes áreas.

3.1. Medidas No Energéticas

➤ Autogeneración:

La planta no cuenta con un generador para un eventual reemplazo de potencia en las horas punta.

Se evaluarán los beneficios de la compra o arriendo de un grupo electrógeno sobre los costos actuales de electricidad.

Para este estudio deberemos considerar una proyección de costos del petróleo y el kwh monómico.



➤ Control de demanda activo:

Aplicando un sistema básico de control de demanda se estima reducir en un 25% la demanda en hrs. de punta en los meses de invierno, esto se reflejaría tanto en la demanda facturada en los meses de invierno, como también en el arrastre de demanda que se factura en los meses de verano, alcanzando una reducción estimada de M\$1.000 comparado con la línea base de demanda y evaluado a precio de DDA HP actual.

La selección y priorización de paquetes de cargas eléctricas prescindibles en horario de punta se efectuará en completo orden a las condiciones de operación de la planta.

Se plantea efectuar simulación de distintos escenarios de control de demanda y estimar ahorros.

3.2. Medidas Energéticas

➤ Sistema de control de Motores

Actualmente la tecnología ofrece interesantes alternativas de motores de alta eficiencia con sistemas de control por variador de frecuencia, que lo hace muy interesante estudiar; especialmente en motores de trabajo continuo (sobre 10 hrs. diarias de operación por 12 meses) y los de alto consumo, como bombas.

➤ Sistema de Bombeo de Agua

Agua sanitaria

Agua caliente

Agua fría

De acuerdo a su potencia y régimen de trabajo, se deberá evaluar la incorporación de sistemas de frecuencia variable y control horario para horas de punta, cuidando de no afectar al normal funcionamiento de la Producción.



PREVENT *LTDA.*
SOPORTE INTEGRAL

INDUBEL LTDA.

Enero 2010



INFORME DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUDITORÍA ÁREA TÉRMICA

Mandante

INDUBEL LTDA.

Enero - 2010

PROYECTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA INDUBEL LTDA.
TITULO	ETAPA: AUDITORÍA ÁREA TÉRMICA
CONTENIDO	1.- OBJETIVO 2.- ANÁLISIS DE MEDIDAS PROPUESTAS 3.- RESUMEN DE MEDIDAS PROPUESTAS
ANEXOS	ANEXOS: A. TABLA RESUMEN COMPRA DE COMBUSTIBLE Y GENERACIÓN ENERGÍA TÉRMICA B. CATÁLOGO CALDERA C. INVENTARIO AISLAMIENTO CAÑERÍAS
UNIDAD GENERADORA Preparado por Revisado por Aprobado por UNIDAD REVISORA Revisado por Aprobado por UNIDAD APROBADORA Aprobado por	Daniel Campos Gunther Klemmer Marchesse Gunther Klemmer Marchesse
DISTRIBUCION	

1. Objetivo

El presente documento tiene por finalidad, resumir los datos obtenidos durante las visitas de inspección a las instalaciones de la empresa Indubel (FRUGO), convirtiéndose en una herramienta de trabajo para la revisión de las propuestas de implementación en el área térmica, mediante la entrega de la información necesaria para evaluar la operación de los sistemas térmicos y los sub-sistemas, respectivos, de Frugo, tanto desde el punto de vista de los puntos de consumo, como de su uso.

2. Auditoría de EE en Área Térmica

2.1. Consumo de Combustible y Generación de Energía Térmica

La tabla, incorporada en el Anexo A, detalla el consumo de combustible para calentar agua en los procesos descritos en el punto anterior, para el periodo mayo 2009 – abril 2009.

2.2. Cuadros de Cargas

CUADRO DE CARGAS TÉRMICAS			
Fuente	Uso	Marca	Capacidad
Caldera	Procesos	ACV	291 Kwh
Quemador	Procesos	FBR	297 Kcal/hr
Calefón			
	Duchas	Mademsa	17,5 Kwh
	Lavado de Manos		
	Lavado de Utensilios		
Marmita			
	Fructosa (1)	Robert Shawrt	250 Lts
	Fructosa (2)		
Pasteurizador			
	Proceso Drink	Tecnar	6.000 Lts/hr
	Proceso Bidón		
RINSER	Estanque de Preparación	CRYMA	300 Lts

2.3. Consumos energéticos.

La siguiente tabla, muestra como es consumida la energía térmica en la planta de Frugo.

CONSUMOS DE ENERGÍA TÉRMICA				
Fuente	Combustible	Energía Consumida (Kwh)	Eficiencia Actual	Energía Aportada (Kwh)
Caldera	GN	239.890	70%	167.920
Calefón	GN	35.248	49%	17.269
Chiller	Electricidad	68.092	COP de Frío 3,4	231.513
Cámara de Frío	Electricidad		COP de Frío 3,4	

CONSUMOS DE ENERGÍA TÉRMICA				
Fuente	Energía Aportada (Kwh)	Valor Kwh (térmico o eléctrico) (\$)	Gasto Total (\$)	Porcentaje (%)
Caldera	167.920	67,49	11.332.921	61
Calefón	17.269	96,34	1.663.695	9
Chiller	231.513	24,18	5.597.984	30
Total	185.189 Kwh-th		18.594.600	100
	231.513 Kwh			

2.4. Descripción del sistema.

2.4.1. Calderas.

El calentamiento del agua se realiza mediante una caldera ACV de 291 [kW] de potencia máxima (foto 1); con una temperatura máxima de 90°C. El combustible utilizado es Gas Natural Residencial, distribuido por Metrogas. Esta caldera posee un quemador FBR de 150,8-348 [kWh] (foto 2).



Foto 1



Foto 2

Esta caldera calienta el agua del circuito de calor utilizado para las etapas de pasteurización en las líneas de producción de Drinks y Bidón, mediante intercambiadores de calor de placas, además de calentamiento de la marmita en la mezcla de materias primas.

a. Estado Operación Caldera

Para determinar la eficiencia del sistema de calderas se efectuó la siguiente medición:

Esta medición consiste en hacer un balance térmico entre la energía química del combustible quemado en las calderas y el correspondiente aumento de temperatura del agua en el estanque de agua (estanque RINSER).

Esta medición se efectúa mediante un balance térmico entre la energía química del gas quemado en la caldera y el correspondiente aumento de temperatura experimentado por el agua en el estanque Rinser y tiene por objetivo determinar, en forma indirecta, la eficiencia del sistema de transferencia de calor de los circuitos (marmita, pasteurizado 1 y pasteurizado 2), así como el aislamiento térmico de los sistemas primarios de las calderas. Este factor es inherente al diseño, construcción de calderas y aislación térmica de circuitos de cañerías.

Para determinar la eficiencia de la caldera N° 1 se siguió el protocolo de pruebas detallado anteriormente:

CALDERA N° 1	Valores
Tiempo de la Medición	
Hora de Inicio	17:23:00
Hora de Término	17:31:00
Duración Medición (minutos)	8:00
Gas Natural	
Contador de Gas al Inicio (m3)	85.015,00
Contador de Gas al Final (m3)	85.015,50
Consumo de Gas (m3)	0,50
Agua	
Volumen de Agua del Estanque (Litros)	279,0
Tº Inicial del Agua en el Estanque (Cº)	38,3
Tº Final del Agua en el Estanque (Cº)	50,0
Saldo Térmico (Cº)	11,7
Cálculo Eficiencia Caldera	
Poder Calorífico del GN (Kcal/m3)	9.300,0
Energía Aportada al Agua (Kcal)	3.264,3
Energía Aportada por el combustible (Kcal)	4.650,0
Eficiencia Actual de la Caldera (%)	70

En Anexo B, se incorpora el catálogo de la caldera.

b. Consumo de Energía Caldera

RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE AGUA CALIENTE – CALDERA	
Ítem	Valores
GN	22.178 m3
Gasto en Combustible (05/08-04/09)	\$ 11.333.469
Generación de Energía Térmica	239.890 Kwh-th
Valor Kwh-th Generado	\$ 47,24
Eficiencia de la Caldera	70%
Aporte de Energía al Sistema de Agua Caliente	167.920 Kwh-th
Valor Kwh-th Aportado por Caldera	67,49

2.4.2. Sistema de Chiller

Frugo, posee un Chiller Carrier modelo 30RA BO 40385S, con 130,7 [kW] de Capacidad de frío, constituido por 2 compresores de 7,7 [kW] de demanda cada uno.

El Chiller es requerido para la etapa de pasteurizado en frío en la elaboración de la línea Drink.

a. Medición Eficiencia del Chiller

Objetivo

Conocer la actual eficiencia del Chiller de la empresa Frugo S.A.

Metodología

La descripción de la metodología se muestra paso a paso en orden cronológico a continuación:

- Se detuvo el funcionamiento del Chiller hasta alcanzar una temperatura de equilibrio entre el ingreso y la salida de agua a éste, que fue aproximadamente de 10 [°C].
- Luego se comenzó la prueba realizando las siguientes mediciones cada un minuto de tiempo:
 - Se midió la energía consumida por el compresor del Chiller.
 - La temperatura de ingreso y salida del agua del Chiller.
 - La velocidad y Temperatura del ventilador del Chiller.
- Se estimo el caudal de agua enfriada, para calcular la masa total a enfriar.

- Luego se calculó la energía consumida por el compresor minuto a minuto, para llegar finalmente a la sumatoria de la energía consumida durante la prueba.
- Luego se calculó la energía extraída del sistema (agua enfriada) minuto a minuto, para llegar finalmente a la sumatoria de la energía consumida durante la prueba.
- Se Calculo el COP (coeficiente de eficiencia energética de calor) y el EER (coeficiente de eficiencia energética de frío), de la siguiente manera:

$$COP = \frac{Energía_{Consumida\ por\ el\ Compresor} + Energía_{Extraída\ del\ Agua\ Enfriada}}{Energía_{Consumida\ por\ el\ Compresor}}$$

$$EER = \frac{Energía_{Extraída\ del\ Agua\ Enfriada}}{Energía_{Consumida\ por\ el\ Compresor}}$$

b. Energía Consumida por el Chiller

Para el cálculo de la energía eléctrica consumida por el chiller y proyectada a un año, se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se instaló un medidor de energía en el tablero del chiller.
- La medición tuvo una duración de 2 horas a plena carga durante el cual se elaboro una cierta cantidad de litros de jugo Drink, obteniendo la relación; energía consumida/Litros de Jugo producidos.
- Una vez obtenida esta relación se debe multiplicar por la producción de Jugo Drink anual dando como resultando el total de energía anual consumida por el chiller.

RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE AGUA FRÍA – CHILLER	
Ítem	Valores
Carga Chiller (1)	15% total Planta
Energía Consumida (1)	68.092 Kwh
Valor Monómico Kwh (1)	\$ 82,33
Gasto en Energía	\$ 5.606.014
COP Frío	3,4
Entrega Real de Energía (Kwh consumidos x COP)	231.513 Kwh_th
Costo Real del Kwh_th	\$ 24,18

(1) Valores obtenidos de la Auditoría en el Área Eléctrica

2.5. Identificación de Puntos de Potenciales Ahorros o Disminución de Pérdidas.

2.5.1. Sistema de Aislamiento de Cañerías

a. Perdidas por aislamiento de cañerías

Actualmente las cañerías de agua del sistema de calderas y de chillers se encuentran con aislación térmica en un 70%, según inventario incorporado en el **Anexo C**, produciéndose pérdidas de calor.



Figura 4

b. Cálculo de las Pérdidas de Energía en Cañerías de Agua Caliente

La metodología de cálculo de ahorro se basa en la diferencia entre las pérdidas calculadas actuales v/s las pérdidas futuras con las mismas cañerías con aislamiento.

El método requiere seccionar los circuitos de cañerías por tramos que tengan condiciones térmicas y características físicas similares. Para cada tramo de cañería se hace un levantamiento indicando, entre otros, los siguientes parámetros:

- a) Ubicación cañería
 - 1. Exterior (A)
 - 2. Interior (B)
- b) Influencia de temperaturas de cañerías adyacentes
 - 1. Con Influencia (1)
 - 2. Sin Influencia (2).
- c) Diámetro de las Cañerías.
- d) Temporalidad.
 - 1. Verano (V)
 - 2. Invierno (I).
- e) Temperatura de entrada del agua
- f) Temperatura de salida del agua
- g) Temperatura ambiente.
- h) Espesor de cañerías
- i) Horas de operación anual

Para obtener finalmente la pérdida actual de calor por falta de aislamiento térmico en las cañerías, se utilizó el programa Isocalc V5 (Software que arroja pérdidas de energía, facilitado por el proveedor), luego de obtener los resultado de las pérdidas se calculan los ahorros de cada tramos y así poder rankearlos y seleccionar los que tengan un mejor ranking, de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

c. Pérdidas por Disipación de Energía en Cañerías de Agua Caliente

RESUMEN DE CÁLCULO DE PÉRIDAS POR FALTA DE AISLAMIENTO EN CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE - CALDERA	
Ítem	Valores
Energía disipada por falta de aislamiento térmico (proyección a un año)	80.051.925 Kcal
	93.100 Kwh-th
Valor Kwh-th producido por Caldera	\$ 67,49
Pérdida por falta de Aislamiento en Cañerías de Agua Caliente	\$ 6.283.319

d. Pérdidas por Disipación de Energía en Cañerías de Agua Enfriada

RESUMEN DE CÁLCULO DE PÉRIDAS POR FALTA DE AISLAMIENTO EN CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA	
Ítem	Valores
Energía disipada por falta de aislamiento térmico (proyección a un año)	25.906.141 Kcal
	30.129 Kwh-th
Valor Kwh-th producido por Chiller	\$ 24,18
Pérdida por falta de Aislamiento en Cañerías de Agua Fría	\$ 728.519

2.5.2. Ahorro de Energía Posible de Alcanzar con Plan de Mantenimiento Caldera.

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO - CALDERA	
Ítem	Valores
Energía Producida Caldera	239.890 Kwh-th
Valor Kwh-th Generado	\$ 47,24
Eficiencia Caldera con Mantención	75%
Eficiencia Actual de la Caldera	70%
Ahorro en Energía Plan de Mantención	11.994,5 Kwh-th
	\$ 566.620

2.5.3. Perdidas de energía en el uso de calefón para ACS.

Actualmente se calienta el agua necesaria para duchas, lavado de manos y utensilios por medio de calefones a Gas Natural.

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO – CALEFÓN	
Ítem	Valores
Consumo GN (05/08-04/09)	3.259 (m3)
Valor Promedio m3 GN (periodo de análisis)	\$ 510,50
Gasto Anual	\$ 1.663.720
Energía Producida	35.243 Kwh-th
Eficiencia Calefón Máxima	50%
Eficiencia Actual del Calefón	49%
Energía Aportada al Sistema	17.269 Kwh-th
Valor Kwh-th Aportado	\$ 96,34
Ahorro en Energía Plan de Mantención	172,70 Kwh-th
	\$ 16.637

3. Medida Propuesta

A partir de los puntos de los estudios efectuados en la etapa de auditoría, se pudo determinar que las medidas a tomar se pueden enmarcar dentro de las siguientes áreas.

CUADRO RESUMEN DE MEDIDAS PROPUESTAS				
Medidas Blandas				
Medidas	Ahorro		Posible Ahorro \$	
	Kwh-th	Kwh		
Aislamiento Térmico	93.100	30.129	\$ 7.011.838	
Mantención Caldera	11.994,5		\$ 566.620	
Medidas Duras o Oportunidades de Cambios Tecnológicos				
Medida	Uso	Capacidad	Equipo a Reemplazar	% de Reemplazo
Caldera Biomasa	Proceso	50 Kw	Caldera GN	85%
Caldera Condensación	Proceso	50 Kw	Caldera GN	100%
Colectores Solares	ACS	3 Paneles	Calefón	52%
Bomba de Calor Aerotérmica	ACS	8 Kw	Calefón	77%

Además se estudiarán las alternativas de **recuperar el calor del chiller** y de **Cogenerar con un Grupo electrógeno**, utilizando un **intercambiador de calor** para reemplazo del calefón destinado ACS.

ANEXO A

COMPRA DE COMBUSTIBLE Y GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA

ANEXO B
CATÁLOGO CALDERA

ANEXO C
INVENTARIO DE AISLAMIENTO EN CAÑERÍAS DE AGUA FRÍA Y CALIENTE

CÓDIGOS DE LOS TIPOS DE CAÑERÍAS

Código	Instancia
A	Exterior
B	Interior
D	Bajo Tierra
1	Con influencia externa
2	Sin influencia externa
2",3",4".....	Diámetro de cañería
F	Agua fría
C	Agua caliente
V	Verano
I	Invierno
E	Aislada

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE KCAL

n°correlativo	Código		Ø		Descripción	Perd. Kcal Situación Actual
						Kcal
13	B	2	2"	C	Sala de caldera a Galpón	1.833.173
14	B	2	2"	C	Galpón a sala de calderas	1.833.173
15	B	2	2"	C	Galpón a Laboratorio	10.443.645
16	B	2	2"	C	Laboratorio a Galpón	10.443.645
17	B	2	2"	C	Entrada laboratorio Pasteurizado 1	6.985.041
18	B	2	2"	C	Pasteurizado 1 Entrada laboratorio	6.985.041
19	B	2	2"	C	Entrada laboratorio a pasteurizado 2	20.764.104
20	B	2	2"	C	Pasteurizado 2 a entrada laboratorio	20.764.104
TOTAL						80.051.925

SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE KCAL

nº correlativo	Código		Ø		Descripción	Perd. Kcal Situación Actual
						Kcal
1	A	2	21/2"	F	Salida del chiller	19740
2	A	2	21/2"	F	Entrada al chiller	19740
3	A	1	21/2"	F	Línea chiller filtro	80.552
4	A	1	21/2"	F	Línea filtro Chiller	31.464
5	A	2	21/2"	F	Filtro a bba de recirculación frío.	482.677
6	A	2	21/2"	F	bba de recirculación frío a filtro	482.677
7	A	2	21/2"	F	bba de recirculación frío a frigorífico	867.241
8	A	2	21/2"	F	Frigorífico a bba de recirculación	867.241
9	B	2	21/2"	F	Frigorífico a sala de laboratorio	11.023.872
10	B	2	21/2"	F	Laboratorio a frigorífico	11.023.872
11	B	2	2"	F	Entrada laboratorio pasteurizado	503.534
12	B	2	2"	F	Pasteurizado entrada laboratorio	503.534
					TOTAL	25.906.141



PREVENT *LTDA.*
SOPORTE INTEGRAL

INDUBEL LTDA.

Enero 2010



INFORME DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANÁLISIS DE MEDIDAS PROPUESTAS ÁREA ELÉCTRICA

Mandante

INDUBEL LTDA.

Enero - 2010

PROYECTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA INDUBEL LTDA.
TITULO	PROPUESTA A EVALUAR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INDUBEL LTDA.
CONTENIDO	1.- OBJETIVO 2.- ANÁLISIS DE MEDIDAS PROPUESTAS 3.- RESUMEN DE MEDIDAS PROPUESTAS
ANEXOS	ANEXO:
UNIDAD GENERADORA Preparado por Revisado por Aprobado por UNIDAD REVISORA Revisado por Aprobado por UNIDAD APROBADORA Aprobado por	Patricio Morales Cofré Gunther Klemmer Marchesse Gunther Klemmer Marchesse
DISTRIBUCION	

1. Objetivo

El presente documento tiene por finalidad, ser un elemento de trabajo para la revisión de las propuestas de implementación en el área eléctrica, entregando la información necesaria para evaluar las diferentes alternativas propuestas como eficiencia energética o medidas de ahorro monetario y/o energético.

2. Análisis de Medidas Propuestas Área Eléctrica

2.1. Sistema Control de Demanda en Horas Punta Sin Autogeneración.

2.1.1. Descripción de propuesta de mejora

Mediante un control automático de demanda es posible reducir la facturación por concepto de horas de punta, **sin necesidad de programas de autogeneración.**

El sistema de control de demanda existe en dos niveles recomendables:

a. Sistema de control horario y provisorio.

Este sistema permite desconectar cualquier tipo de carga eléctrica según un horario determinado. Como el objetivo básico es reducir la demanda de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 17:45 hasta las 23:15 hrs.

Este sistema no permite controlar automáticamente los efectos de la desconexión de la carga o las cargas. Por tal razón, el control horario debe estar coordinado por un operador humano que revisará las posibles consecuencias indeseables de este sistema y lo ajustará a las necesidades particulares del proceso del cliente. Este ajuste será realizado a través de inhibir o desactivar el punto de desconexión.

Como ya se explicó, este sistema no permite predecir ni coordinar con otros elementos, como iluminación o calefacción, los efectos de la desconexión de carga. Por tal razón podría ser necesario ajustar el sistema de control horario y provisorio en el futuro para que se adecue a las necesidades de operación.

Un esquema básico que ilustre el sistema de control de demanda provisorio se muestra en la figura 1 a continuación:

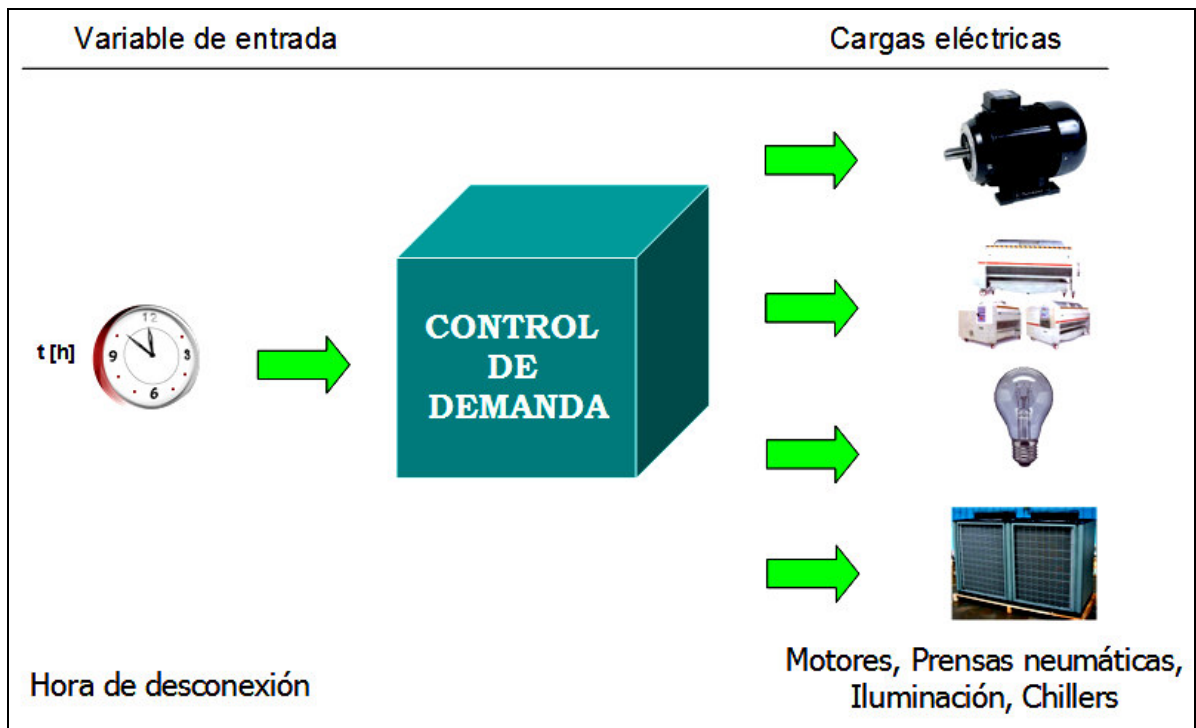


Figura 1: Diagrama básico de sistema de control de demanda horario

Tiene los siguientes dispositivos:

- A) Un reloj de registro de horario para control de cargas
- B) Un dispositivo de control y recepción de variables
- C) Un dispositivo de envío de las señales de desconexión a las cargas

Todos estos componentes operan a través de conductores eléctricos para la recepción y envío de las señales de desconexión.

b. Sistema de control predictivo.

Este sistema permite desconectar cualquier tipo de carga eléctrica según un horario determinado. Como el objetivo básico es reducir el consumo de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 18:00 hasta las 23:00 hrs.

Este sistema permite controlar automáticamente los efectos de la desconexión de la carga o las cargas. Por tal razón, el control predictivo no necesita, en principio, un operador humano que revise las consecuencias indeseables de este sistema. Este sistema permite predecir y coordinar con otros elementos, como iluminación o calefacción, los efectos de la desconexión de carga. Por tal razón es una excelente herramienta para aumentar el nivel de eficiencia y asegurar el proceso de producción de Frugo.

En principio, se propone instalar un sistema de control horario y provisorio para desconectar algunas o todas las cargas mencionadas en el anexo bajo

el título “INTERVENIR EL PROCESO DE LA PLANTA”. Un esquema básico que ilustre el sistema de control de demanda provisorio se muestra en la figura 2 a continuación:

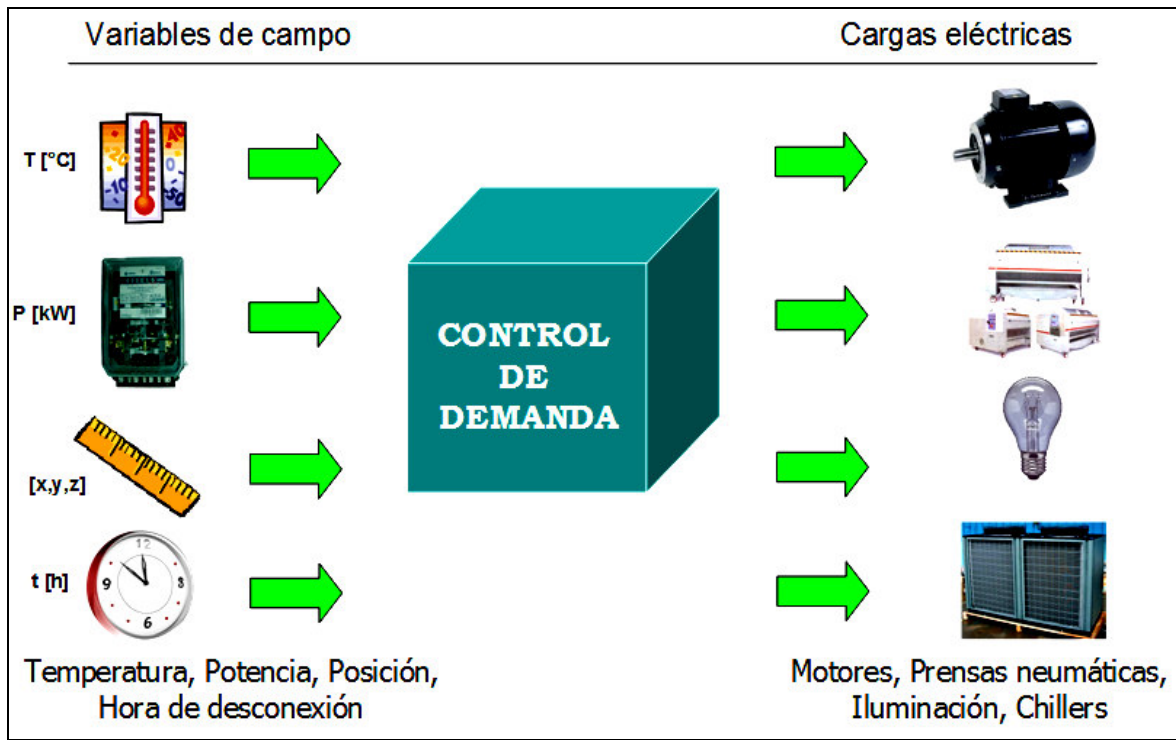


Figura 2: Diagrama básico de sistema de control de demanda predictivo.

Se Observa que a diferencia del sistema de control de demanda horario, el sistema predictivo opera no solamente en función de la hora de comienzo de hora punta, sino que añade la potencia instantánea e integrada, temperaturas de operación y posiciones físicas de dispositivos de producción.

La estimación preventiva dentro de los 15 minutos de integración de la demanda, permite tomar acción sobre la desconexión de cargas prescindibles antes de marcar una punta.

2.1.2. Perfil de consumo proyectado

El ahorro logrado varía según el sistema de control de demanda provisorio utilizado. Se mostrará primero el ahorro esperado para el control horario; posteriormente, el control predictivo.

a. Sistema de control horario

Un sistema de control de demanda para las cargas eléctricas más importantes permite asegurar que las que se puedan desconectar no sean energizadas en hora punta. Esto ayudará a disminuir la carga total del sistema eléctrico. Se puede esperar una disminución de 20 [kW] en los

meses de invierno de hora punta y el arrastre originado, tal como se muestra en la siguiente figura 3.

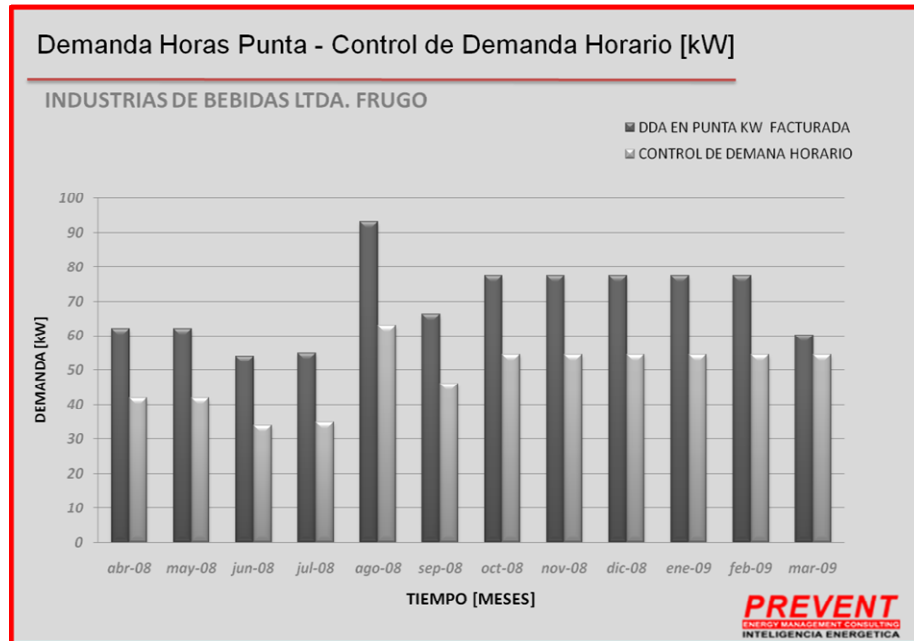


Figura 3. Reducción de demanda de hora punta con sistema horario de demanda

b. Sistema de control predictivo

Un sistema de control de demanda predictivo y definitivo permite conectar o desconectar las cargas eléctricas más importantes de forma más eficiente (este sistema considera que la demanda facturada de hora punta es una demanda integrada de 15 minutos). De este modo, el sistema predictivo puede **limitar la potencia** consumida por la planta a un valor seleccionado, asegurando un valor máximo de demanda en las horas de punta.

Tal como se explicó anteriormente, este efecto se produce por una mayor variedad de información procesada. Estos datos de campo permiten controlar de manera más perfecta el valor de demanda de hora punta que está siendo medida por la compañía distribuidora de electricidad.

En este caso, se estima una demanda máxima de 60 [kW], lo que genera una curva de demanda que se muestra en la figura 4.

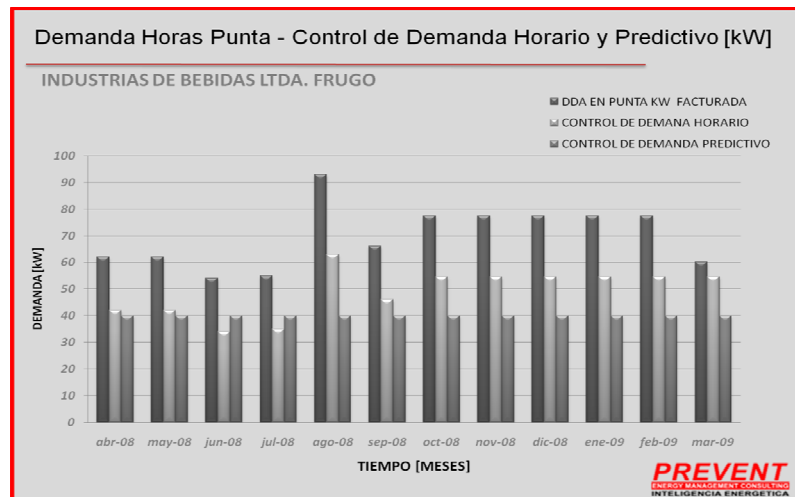


Figura 4. Reducción de demanda de hora punta con sistema predictivo de demanda

2.1.3. Cálculo de inversión de proyecto

El sistema de control de demanda existe en dos niveles recomendables:

a. Sistema de control horario.

Este sistema permite desconectar cualquier tipo de carga eléctrica según un horario determinado. Como el objetivo básico es reducir el consumo de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 18:00 hasta las 23:00 hrs.

El costo de este sistema de control horario de demanda es de: \$2.800.000.

b. Sistema de control predictivo.

Este sistema permite desconectar cualquier tipo de carga eléctrica según un horario determinado. Como el objetivo básico es reducir el consumo de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 18:00 hasta las 23:00 hrs y tiene en consideración otras variables, así como se explicó anteriormente.

De esta manera, el costo de este sistema de control de demanda predictivo es de: \$9.500.000.

c. Resumen de Inversiones

RESUMEN INVERSIONES SISTEMA DE CONTROL	
Alternativa	Inversión
Horario	\$ 2.800.000
Predictivo	\$ 9.500.000

2.1.4. Cálculo de ahorros

Para establecer los ahorros logrados con el recorte de potencia en horas de punta, debemos compararlo con la línea de referencia de costos en horas de punta establecida para la planta, de la Auditoría en el Área Eléctrica, se obtuvo lo siguiente:

LÍNEA BASE DE COMPARACIÓN				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	kWh	448.800	\$ 69,00	\$ 30.967.200
Demanda Max. Fuera de Pta.	kWh	1.418	\$ 508,00	\$ 720.000
Demanda Max. Horas Pta.	kW	840	\$ 5.624,00	\$ 4.723.035
TOTAL				\$ 36.410.325

a. Sistema de control horario.

El ahorro logrado se calcula a partir de la estimación de la reducción de hora punta mencionada anteriormente, es decir: 20 [KW], además consideramos la reducción de la energía consumida. En la tabla se detalla el ahorro logrado por la potencia recortada respecto a línea base y valorizado a precio actual.

COSTOS CONTROL DE DEMANDA HORARIA – 20 kW MAX				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	kWh	435.336	\$ 69,00	\$ 30.038.184
Demanda Max. Fuera de Pta.	kWh	1.418	\$ 508,00	\$ 720.000
Demanda Max. Horas Pta.	kW	589	\$ 5.624,00	\$ 3.314.786
TOTAL				\$ 34.073.060
LÍNEA BASE DE COMPARACIÓN				\$ 36.410.325
AHORRO				\$ 2.337.265

b. Sistema de control predictivo.

El ahorro logrado se calcula a partir de la estimación de la limitación de potencia en hora punta mencionada anteriormente, es decir 40 [kW], además consideramos la reducción de la energía consumida. A continuación se detalla el ahorro logrado por la potencia recortada respecto a línea base y valorizado a precio actual.

COSTOS CONTROL DE DEMANDA HORARIA – 20 kW MAX				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	kWh	430.848	\$ 69,00	\$ 29.728.512
Demanda Max. Fuera de Pta.	kWh	1.418	\$ 508,00	\$ 720.000
Demanda Max. Horas Pta.	kW	480	\$ 5.624,00	\$ 2.699.520
TOTAL				\$ 33.148.122
LÍNEA BASE DE COMPARACIÓN				\$ 36.410.325
AHORRO				\$ 3.262.203

2.1.5. Evaluación Financiera de las Medidas Propuestas

En función de los puntos anteriormente explicados se obtiene se desarrolla la evaluación financiera de la medida propuesta, considerando la inversión en ambas alternativas.

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS		
Detalle	Medida	
	Sistema de Control de Horario	Sistema de Control Predictivo
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo	
Ahorro por Implementación Medida	13.464 kWh	17.952 kWh
	251 kW	360 kW
	\$ 2.337.265	\$ 3.262.203
Gasto Anual Mantención	\$ 0	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 95.200	\$ 323.000
Ahorro Neto	\$ 2.432.465	\$ 3.585.203
Inversión Inicial	\$ 2.800.000	\$ 9.500.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 112.000	380.000
Inversión Neta	\$ 2.688.000	\$ 9.120.000
Vida Útil	5 años	
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 23.372.650	\$ 32.622.030

Indicadores Financieros		
Indicador	Medida	
	Sistema de Control de Horario	Sistema de Control de Horario
Periodo de Recuperación de la Inversión	1,11 años	2.54 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 11.144.040	\$ 11.735.928
TIR (10 años)	90%	38%

2.1.6. Carta Gantt de implementación

El sistema de control de demanda, en cualquiera de sus dos alternativas, tiene el siguiente programa de actividades. Considerando que es el plazo máximo de implementación, sin incluir las reuniones previas de apoyo para determinar las cargas que se incluirán para ser desconectadas, ingenierías de detalles.

CARTA GANTT												
Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Adquisición	■	■	■	■								
Montaje				■	■	■	■	■	■			
Marcha Blanca										■	■	
Entrega												■

2.1.7. Conclusiones y recomendaciones

El ítem de demanda en horas de punta representa un 14% del total del costo anual de electricidad de la planta sin autogenerar, que alcanza la suma de \$35.238.051.

Respecto a línea base de comparación detallada en tabla 1, se alcanza un ahorro de \$2.337.266 anual para el sistema de control de demanda horario y de \$ 3.262.203 anual para el sistema de control de demanda predictivo.

2.2. Sistema Control limitación de Potencia del Chiller Sin Autogeneración.

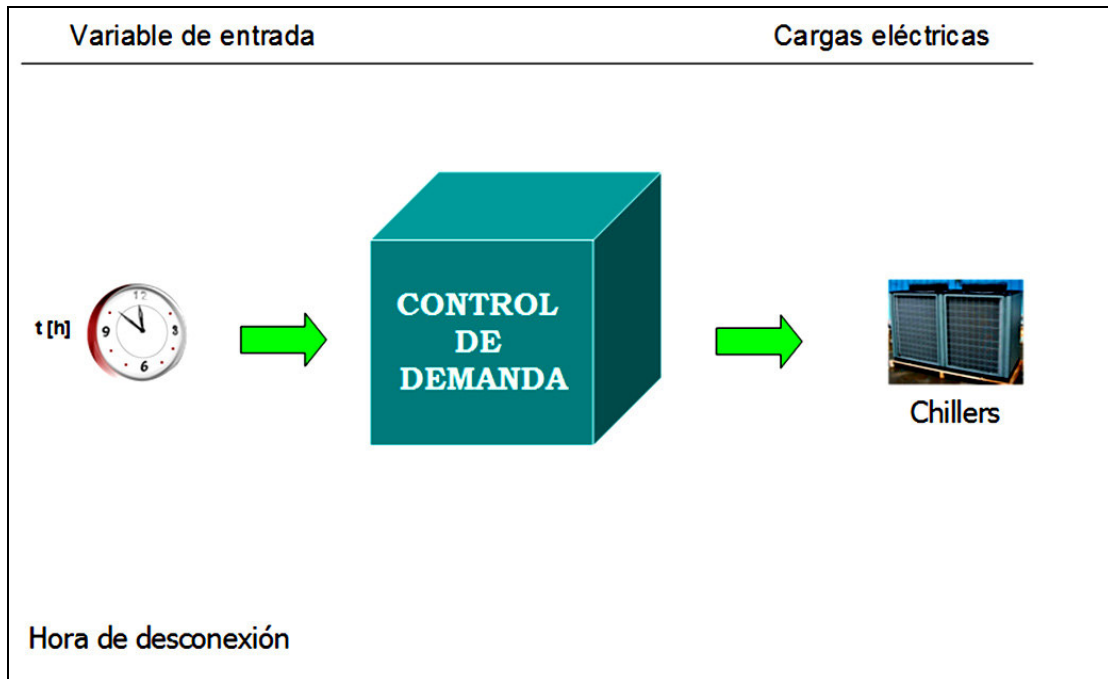
Con el objetivo de reducir los niveles anteriormente mostrados de demanda en hora punta, es necesario instalar un sistema de control de demanda, que regule **automáticamente** la operación del chiller durante ese periodo, los meses de Abril a Septiembre.

2.2.1. Sistema de control para chiller.

Este sistema permite desconectar una cantidad determinada de compresores del chiller, según horario punta. Como el objetivo básico es reducir el consumo de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 18:00 hasta las 23:00 hrs.

Este sistema no permite controlar automáticamente los efectos de la desconexión de la carga o las cargas. Por tal razón, el control básico debe estar coordinado por un operador que revisará las posibles consecuencias indeseables de este sistema y lo ajustará a las necesidades particulares del proceso del cliente. Este ajuste será realizado a través de inhibir o desactivar el punto de desconexión.

Un esquema básico que ilustra el sistema de control de demanda provisorio se muestra en la figura a continuación:



Tiene los siguientes dispositivos:

- A) Un reloj de registro de horario para control de cargas
- B) Un dispositivo de control y recepción de variables
- C) Un dispositivo de envío de las señales de desconexión a las cargas
- D) Un dispositivo de anulación del sistema de control, dando la posibilidad de forzar la operación del chiller, solo bajo autorización restringida.

Todos estos componentes operan a través de conductores eléctricos para la recepción y envío de las señales de desconexión.

2.2.2. Cálculo de ahorros.

Para establecer los ahorros logrados con el recorte de potencia en horas de punta, debemos compararlo con la línea base de costos en horas de punta establecida en el punto anterior y tomado del Informe de Auditoría del Área Eléctrica:

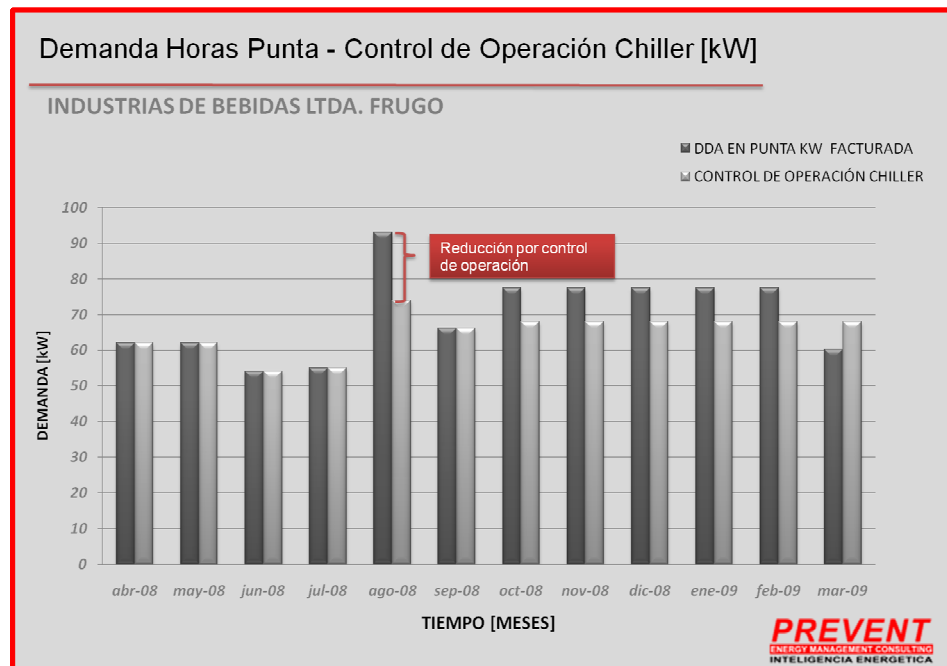
LÍNEA BASE DE COMPARACIÓN				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	kWh	448.800	\$ 69,00	\$ 30.967.200
Demanda Max. Fuera de Pta.	kWh	1.418	\$ 508,00	\$ 720.000
Demanda Max. Horas Pta.	kW	840	\$ 5.624,00	\$ 4.723.035
TOTAL				\$ 36.410.325

El ahorro logrado se calcula a partir de la estimación de la reducción de potencia en hora punta del mes de agosto 2008 mencionada anteriormente, es decir: 19 [kW] en el mes de agosto y 9,5 kW para los meses del periodo de verano. La tabla 2, detalla el ahorro logrado por la potencia recortada respecto a línea base y valorizado a precio actual.

COSTOS CONTROL DE OPERACIONES CHILLER Y AHORRO				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	kWh	448.800	\$ 69,00	\$ 30.967.200
Demanda Max. Fuera de Pta.	kWh	1.418	\$ 508,00	\$ 720.000
Demanda Max. Horas Pta.	kW	781	\$ 5.624,00	\$ 4.392.906
TOTAL				\$ 36.080.196
LÍNEA BASE DE COMPARACIÓN				\$ 36.410.325
AHORRO				\$ 330.129

2.2.3. Perfil de consumo proyectado

Mediante la desconexión del chiller, se permite limitar la potencia de éste, logrando reducciones importantes de demanda en las horas programadas. Esto no solo se ve reflejado durante los meses de horas punta, ya que afectará además al arrastre de los 6 meses del periodo de verano (Octubre a Marzo).



Reducción de demanda de hora punta Abril y Mayo con sistema control demanda chiller.

2.2.4. Cálculo de inversión de proyecto

Sistema de control de operación del chiller: Este sistema permite desconectar cualquier tipo de carga eléctrica según un horario determinado, en éste caso se propone desconectar el chiller. Como el objetivo básico es reducir el consumo de potencia activa en hora punta, el sistema se programa para desenergizar las cargas desde las 17:45 hasta las 23:15 hrs.

RESUMEN INVERSIONES SISTEMA DE CONTROL	
Alternativa	Inversión
Control Operación Chiller	\$ 500.000

2.2.5. Evaluación Financiera de la Medida Propuesta

En función de los puntos anteriormente explicados se obtiene el siguiente tiempo de recuperación de la inversión para el sistema de control de limitación de potencia chiller, considerando los beneficios tributarios correspondientes.

EVALUACIÓN FINANCIERA MEDIDA PROPUESTA	
Detalle	Valores
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo)	Gasto
Ahorro por cambio Tecnológico	59 kW \$ 330.129
Gasto Anual Mantenición	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 0
Ahorro Neto	\$ 330.129
Inversión Inicial	\$ 500.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 0
Inversión Neta	\$ 500.000
Vida Útil	5 años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 1.650.645

INDICADORES FINANCIEROS	
Indicador	Valores
Periodo de Recuperación de la Inversión	1,51 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 1.389.545
TIR (10 años)	66%

2.2.6. Carta Gantt de implementación

El sistema de control de demanda del chiller tiene el siguiente programa de actividades:

CARTA GANTT INSTALACIÓN SISTEMA DE LIMITACIÓN POTENCIA CHILLER				
Actividades	Mes 1			
	S1	S2	S3	S4
Adquisición Controles y Materiales				
Montaje				
Marcha Blanca				
Entrega				

2.2.7. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados del estudio, muestran que respecto a línea base de comparación se alcanza un ahorro de \$ 330.129 anual. A pesar de no ser un ahorro importante, posee un bajo TRI (1,51 Años), debido al bajo costo de la inversión. Esto queda demostrado en el análisis económico, donde el TIR es de un 66%, tomando en cuenta además el alto valor del VAN es de M\$ 1.390..

2.3. Reemplazo por Motores Alta Eficiencia.

Se propone estudiar el cambio de los motores actuales por motores de mayor eficiencia, bajo los siguientes conceptos:

El reemplazo de motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia, permite reducir el consumo de energía eléctrica total, además de una reducción en la demanda de potencia, tanto en horas punta como fuera de punta.

El régimen de operación de los motores, es el factor principal para evaluar el reemplazo de un motor de eficiencia estándar y sea económicamente rentable, por lo que los motores que no superan las 3.000 horas anuales de operación, difícilmente su inversión puede ser recuperada en periodos menores a los 3 años.

2.3.1. Motors List

Del listado de motores, incluido en la etapa de auditoría del área eléctrica, se tiene lo siguiente:

RESUMEN CONSUMOS ANUALES DE MOTORES ELÉCTRICOS FRUGO						
Utilización	Potencia (kW)	Cantidad	Eficiencia (%)	Horas Anuales	kW Reales	Energía (kWh)
Bomba de Agua	1,50	1	76,9	2.600	1,6	4.057
Bomba de Recirculación Caldera	1,50	1	76,9	2.600	1,6	4.057
Bomba Suministro Fructosa	1,50	1	76,9	1.300	1,6	2.029
Compresor de Aire	5,50	1	82,4	2.600	5,3	13.883
TOTAL						26.055

Otro factor de importancia es la potencia del motor, puesto que a mayor potencia es mayor el ahorro de energía eléctrica, implicando un nivel de inversión.

Por consiguiente los motores de alta eficiencia preseleccionados para evaluar el reemplazo de los existentes son:

- Motor Siemens 2 HP (1,5 kW), modelo: 1LA9096-4KA10, Eficiencia 85,2 %.
- Motor Siemens 7 HP (5,5 kW), modelo: 1LE1001 1CB03-4AA4, Eficiencia 90,6 %.

El consumo eléctrico de un motor relaciona directamente la potencia mecánica (HP) con el grado de carga y el rendimiento del motor, por ende un motor de 84% de eficiencia consume un 16% más de lo que entrega como energía mecánica, y a su vez, un motor de 88% de eficiencia tan solo consume un 12% más de la energía que entrega mecánicamente en el eje.

Debido a sus menores pérdidas, los motores de eficiencia superior funcionan a temperatura más baja que los motores equivalentes de tipo estándar. Ello redundará en una vida más larga del aislamiento y del lubricante, y en menos tiempo improductivo. Asimismo, por su diseño específico, tienen la capacidad de tolerar mayores variaciones de voltaje y, de ser necesario, mayores temperaturas ambiente.

2.3.2. Consumo proyectado

Al instalar estos motores de alta eficiencia se reducirá la demanda utilizada así como la energía.

Con el régimen de operación mencionado y un grado de carga de 80%, el consumo energético anual de los motores nuevos de alto rendimiento será:

RESUMEN CONSUMOS ANUALES DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA						
Utilización	Potencia (kW)	Cantidad	Eficiencia (%)	Horas Anuales	kW Reales	Energía (kWh)
Bomba de Agua	1,50	1	80,0	2.600	1,4	3.662
Bomba de Recirculación Caldera	1,50	1	80,0	2.600	1,4	3.662
Bomba Suministro Fructosa	1,50	1	80,0	1.300	1,4	1.831
Compresor de Aire	5,50	1	90,0	2.600	4,9	12.739
TOTAL						21.894

2.3.3. Cálculo de ahorros

Para determinar los ahorros anuales producidos por el reemplazo de un motor de eficiencia estándar por un motor de eficiencia alta, es necesario evaluar el régimen de operación de éste durante el periodo y en relación a la reducción de energía lograda.

Como se mencionó anteriormente, las horas anuales de operación de estos motores son cercanas a las 2.600. De ésta manera, la diferencia entre los consumos totales actuales y los consumos totales proyectados nos entregan la reducción de energía.

AHORRO ANUAL AL INSTALAR MOTORES ELÉCTRICOS DE ALTA EFICIENCIA					
Utilización	Cantidad	Energía Actual (kWh)	Energía Proyectada (kWh)	Reducción Anual (kWh)	Ahorro Anual (\$)(*)
Bomba de Agua	1	4.057	3.662	395	32.410
Bomba de Recirculación Caldera	1	4.057	3.662	395	32.410
Bomba Suministro Fructosa	1	2.029	1.831	198	16.205
Compresor de Aire	1	13.883	12.739	1.114	93.814
TOTAL				2.102	174.659

(*) Considerando un valor de \$82 el kWh monómico de energía eléctrica.

2.3.4. Cálculo de inversión de proyecto

Los motores de alta eficiencia propuestos para remplazo de los existentes tienen los siguientes valores de mercado con un descuento aplicado de 20% y considerando el costo de instalación:

INVERSIÓN REEMPLAZO MOTORES ACTUALES POR DE ALTA EFICIENCIA					
Marca	Modelo	Potencia	Cantidad	Valor Unitario	Total
Motor Siemens	1LA9096-4KA10	2 HP (1,5 kW),	3	\$ 244.168	\$ 732.504
Motor Siemens	1LE1001 1CB03-4AA4	7 HP (5,50 kW)	1	\$ 472.284	\$ 472.284
TOTAL					\$ 1.204.788

2.3.5. Tiempo de recuperación de la inversión

El tiempo de recuperación de la inversión por cada motor de manera unitaria, sin considerar beneficio tributario, según los costos y ahorros se detallan en la tabla:

Motor	Cantidad	Inversión (\$)	Ahorro Anual (\$)	PRI (años)
Bomba de Agua Blanda	1	244.168	32.410	7,53
Bomba de Recirculación Caldera	1	244.168	32.410	7,53
Bomba Suministro Fructosa	1	244.168	16.205	15,07
Compresor de Aire	1	472.284	93.814	5,03

2.3.6. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos, no se recomienda realizar un reemplazo de los motores descritos por motores de mayor eficiencia.

Gracias a que la planta tan solo trabaja un turno, los equipos estudiados no alcanzan un total de horas anuales de operación que logren rentabilizar la inversión para el reemplazo de los motores actuales por motores de alta eficiencia.

Cabe señalar que con los ahorros anuales alcanzados por los motores de alta eficiencia, es perfectamente considerable el reemplazo de los motores actuales, solo cuando estos hayan cumplido su vida útil y tengan que necesariamente ser reemplazados.

2.4. Variadores de Frecuencia para Motores Eléctricos.

Tal como se mencionó, muchos de los motores de Frugo son utilizados para bombas y ventiladores, esto presenta una oportunidad de generar ahorros energéticos mediante la regulación de la velocidad de funcionamiento de estos.

2.4.1. Marco Teórico

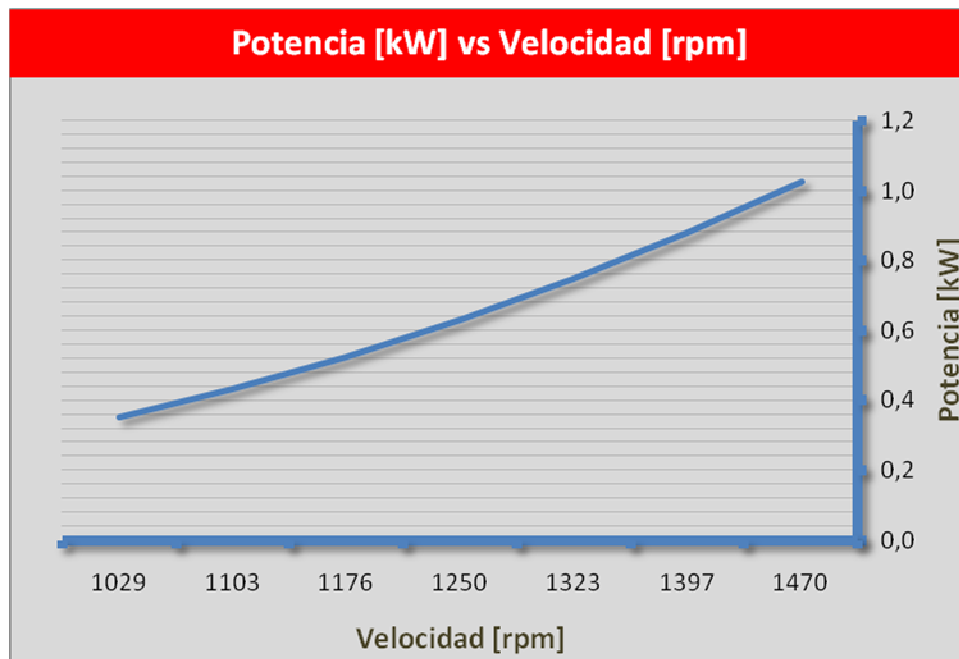
El ahorro de energía logrado mediante la utilización de controladores de velocidad, se encuentra dada por la siguiente relación:

$$P_n = \left(\frac{\omega_n}{\omega_a} \right)^3 \times P_a$$

Donde:

P_a : Potencia antigua; P_n : Potencia nueva; ω_a : Velocidad antigua; ω_n : Velocidad nueva.

Según ésta expresión, podemos generar una curva característica que grafique el comportamiento de la potencia con respecto a la velocidad del rotor, como se muestra en la gráfica.



Curva de la potencia respecto a la variación de velocidad de un motor de 1,5 [HP]; 1500 rpm.

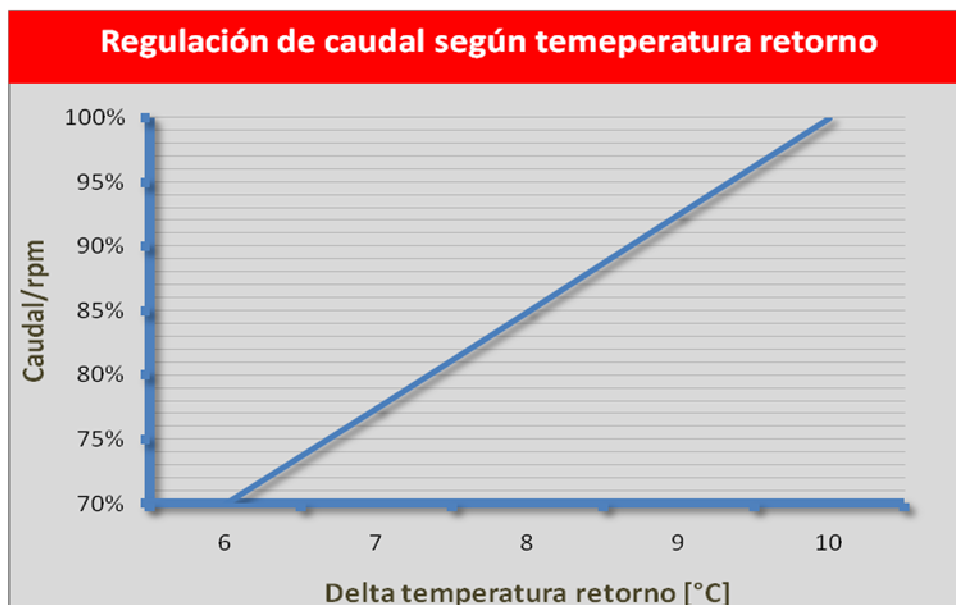
Según la expresión anterior, la potencia lograda por la regulación de la velocidad, varía con el cubo de la variación de la velocidad. De ésta manera, podemos calcular que con una variación máxima del 15% de la velocidad, podemos lograr un 39% de ahorro de la potencia demandada por el sistema.

2.4.2. Propuesta de Mejora

Se propone evaluar los ahorros de un sistema de regulación de velocidad para los motores eléctricos de bombas y ventiladores que cumplan con tiempo de operación mínimo. En la tabla se muestra la lista de los motores preseleccionados para la evaluación de reemplazo.

RESUMEN CONSUMOS ANUALES DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA						
Utilización	Potencia (kW)	Cantidad	Eficiencia (%)	Horas Anuales	kW Reales	Energía (kWh)
Bomba de Agua	1,50	1	76,9	2.600	1,6	4.057
Bomba de Recirculación Caldera	1,50	1	76,9	2.600	1,6	4.057
Compresor de Aire	5,50	1	82,4	2.600	5,3	13.883
TOTAL						21.998

- a) **Sistema VDF – Presión Constante:** Para el sistema de suministro de agua blanda, se plantea instalar un sistema que regule la presión de suministro. Mediante la instalación de un sensor de presión instalado en la red, puede determinarse una presión mínima de operación para el sistema y que ésta sea regulada por el variador de frecuencia conectado a la bomba de suministro. De ésta manera, el VDF controla la velocidad de la bomba de acuerdo a las necesidades de presión del sistema.
- b) **Sistema VDF – PID/temperatura:** Mediante un sensor de temperatura conectado en el retorno del circuito primario de la caldera se puede determinar la carga térmica de los intercambiadores de calor de pausterización. Cuando la temperatura de retorno del agua a la caldera mantenga una diferencia mínima y establecida con respecto a la temperatura del agua de salida, el caudal de éste circuito puede disminuir, mediante la reducción de velocidad de la bomba de recirculación a la mínima y así siempre obtener la lectura de la carga térmica de los intercambiadores.



Variación de caudal de acuerdo a diferencia de temperatura de retorno vs. temperatura de suministro.

- c) **Sistema de Partidores suaves:** El ahorro energético que entrega un partidor suave, es marginal del punto de vista de reducción de energía y cálculos de ahorro, ya que éste solo actúa sobre los peaks de partida de los motores, reduciendo la corriente de arranque. Es importante destacar que los partidores suaves entregan una significativa reducción del esfuerzo mecánico de los motores que poseen cargas de torque constante.

Para el caso de Frugo, los motores utilizados en los agitadores de mezclas, poseen una elevada cantidad de partidas durante la jornada de trabajo; pudiendo superar las 40 diarias.

Debido al tipo de carga que poseen estos agitadores (carga de torque constante), la instalación de un sistema de partidores suaves para el control de partida de estos motores, presentaría reducciones importantes de esfuerzos, tanto eléctricos como mecánicos, entre otros:

- Reducción de temperatura de motores en partida.
- Reducción de temperatura en conductores durante la partida.
- Reducción de esfuerzos mecánicos en poleas y engranajes durante la partida.

2.4.3. Consumo Proyectado

La tabla muestra la reducción de energía lograda mediante la disminución de la velocidad de operación de los motores eléctricos preseleccionados para evaluación de Frugo,

RESUMEN DE CONSUMOS Y REDUCCIÓN DE ENERGÍA ANUAL MOTORES ELÉCTRICOS			
Utilización	Energía Actual (kWh)	Delta RPM (%)	Consumo de Energía Proyectado (kWh)
Bomba de Agua	4.057	15%	2.492
Bomba de Recirculación Caldera	4.057	15%	2.492
Compresor de Aire	13.883	15%	8.526
TOTAL ANUAL			13.509

2.4.4. Cálculo de ahorros.

El cálculo de ahorro esta dado entre el consumo actual de los motores y el consumo proyectado con la implementación de los sistemas de control de velocidad, evaluado con un precio del kWh monómico de \$82.

PROYECCIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA				
Utilización	Energía Consumida Actual (kWh)	Consumo de Energía Proyectado (kWh)	Reducción de Consumo Anual (kWh)	Ahorro Anual (\$)
Bomba de Agua	4.057	2.491	1.566	128.377
Bomba de Recirculación Caldera	4.057	2.491	1.566	128.377
Compresor de Aire	13.883	8.526	5.357	439.298
TOTAL			8.489	696.053

2.4.5. Cálculo de inversión.

La inversión de los de sistema de control para la operación de los motores eléctricos descritos, considerando costos de: Equipamiento, instalación, horas hombre ingeniería y mano de obra es de:

PROYECCIÓN DE AHORRO DE ENERGÍA		
Utilización	Sistema VDF para su Operación	Inversión (\$)
Bomba de Agua	Sistema VDF PID Presión 1,5 kW + Sensor + Programación	700.000
Bomba de Recirculación Caldera	Sistema VDF PID Presión 1,5 kW + Sensor + Programación	700.000
Compresor de Aire	Sistema VDF PID Presión 5,5 kW + Sensor + Programación	900.000
TOTAL		2.300.000

2.4.6. Evaluación Financiera

Dada las características de la Medida Propuesta y la forma de realizar la Inversión, la compra de cada unidad será analizada como un proyecto individual y como una solución conjunta.

- **Alternativa 1:** Sistema VDF para Bomba de Agua Blanda y Bomba de Recirculación de Caldera, considerando que los ahorros e inversiones son iguales.
- **Alternativa 2:** Sistema VDF para compresor de Aire.
- **Alternativa 3:** Sistema VDF para los 3 equipos indicados.

EVALUACIÓN FINANCIERA MEDIDA PROPUESTA			
Detalle	Alternativa		
	1	2	3
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo)	Inversión	Inversión	Inversión
Ahorro por Implementación	1.566 kWh \$ 128.377	5.357 kWh \$ 439.238	8.489 kWh \$ 696.053
Menos: Gasto Anual Mantención	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 23.800	\$ 30.600	\$ 78.200
Ahorro Neto	\$ 152.177	\$ 469.838	774.253
Inversión Inicial	\$ 700.000	\$ 900.000	\$ 2.300.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 28.000	\$ 36.000	\$ 92.000
Inversión Neta	\$ 678.000	\$ 864.000	\$ 2.392.000
Vida Útil	5 años	5 años	5 años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 760.885	\$ 2.196.190	2.480.265

INDICADORES FINANCIEROS			
Indicador	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Periodo de Recuperación de la Inversión	4.6 años	1,92 años	2,97 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 213.693	\$ 1.806.319	\$ 2.234.045
TIR (10 años)	17%	51 %	31 %

2.4.7. Carta Gantt de implementación

El proyecto de instalación de variadores de frecuencia tiene una carta Gantt, en cualquiera de sus alternativas, tal como se muestra en la gráfica.

CARTA GANTT INSTALACIÓN SISTEMA VDF					
Actividades	Mes 1				Mes 2
	S1	S2	S3	S4	S1
Adquisición Controles y Materiales					
Montaje					
Marcha Blanca					
Entrega					

2.4.8. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo a los análisis técnicos y económicos, debido al bajo consumo de los motores con mayor régimen de operación de la planta, los ahorros que estos presentan son reducidos, por lo que el proyecto no resulta económicamente atractivo en su conjunto, pues son los ahorros del VDF instalado en el motor del compresor los que sustentan la instalación de los otros dos equipos.

En consecuencia, sería recomendable, financieramente y energéticamente, instalar un VDF en el motor del compresor.

2.5. Iluminación de alta eficiencia.

Se analizará el reemplazo de las luminarias pertenecientes a las zonas descritas en el Informe de Auditoría, para lo cual se seleccionaron las siguientes luminarias:

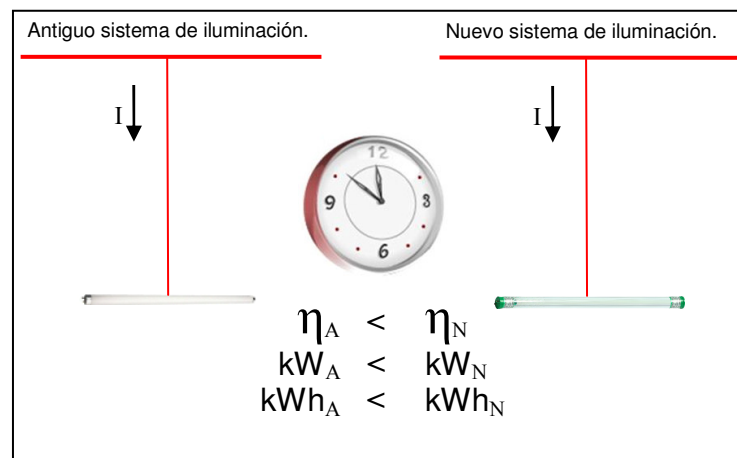


Equipos Fluorescentes 2x36 [W]: Se propone reemplazar por fluorescentes de alta eficiencia de 22 [W].

2.5.1. Metodología de Análisis.

Principalmente analizamos cuales son las lámparas que tienen un mayor régimen de operación anual, ya que el tiempo de operación de los equipos de iluminación, es uno de los factores principales a analizar dentro del programa de Eficiencia Energética. La rentabilidad del proyecto está asociada al mayor rendimiento, al tiempo de operación y a los costos de implementación del sistema mejorado. Esto se ilustra en la figura 8.

Nota: Al no reemplazar la totalidad de los circuitos por ampolletas de mayor eficiencia, la inversión será corregida descontando el valor residual de la ampolleta antigua, éstas se incorporan al stock de reemplazo de los circuitos no reemplazados.



Relación entre eficiencia del sistema de iluminación antiguo y el propuesto.

2.5.2. Análisis unitario de consumo.

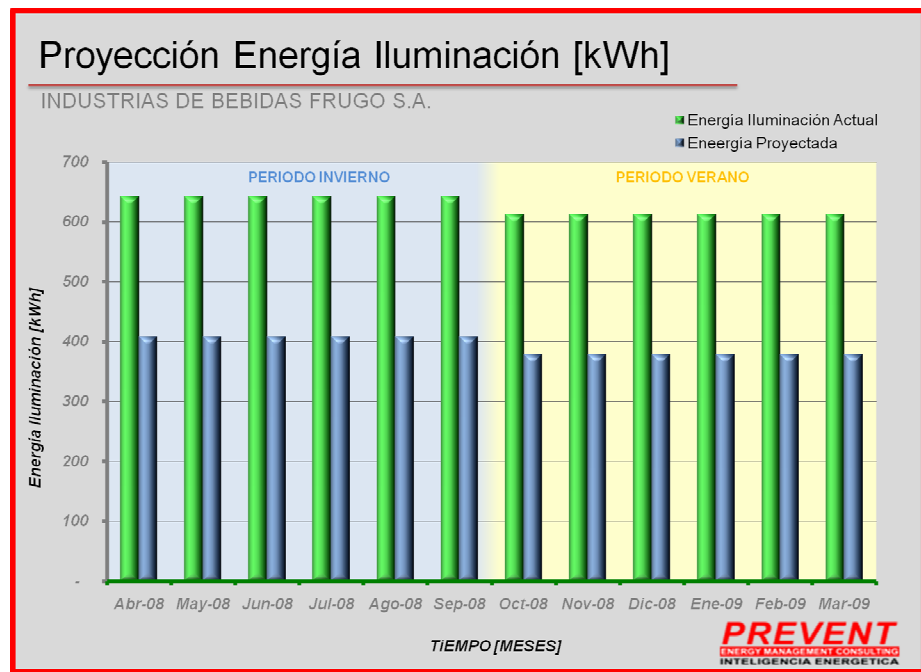
Según el principio anteriormente propuesto, en la tabla, se muestra el ahorro resultante por reemplazo de luminarias actuales por un sistema de mayor eficiencia, se contempla en la tabla el consumo unitario de las lámparas.

Luminarias Existentes	Potencia	Luminaria Propuesta	Potencia	Ahorro
Fluorescente 2x36 W	90 W	2xFluorescente TCS – 22W	44 W	51%

Tal como se aprecia en la tabla, la luminaria puede ser reemplazada con un sistema que ahorra un 51% del consumo.

2.5.3. Perfil de Consumo Proyectado

El nuevo sistema de iluminación permite una importante reducción tanto en la energía consumida como en la demanda facturada por la compañía de distribución.



Reducción de energía mensual por nuevo sistema de iluminación.

2.5.4. Cálculo de Inversión de proyecto de mejora

Según los costos cotizados, la inversión total para el cambio de luminarias en Frugo es:

Luminarias Propuestas	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Fluorescente TCS – 22W	\$ 22.908	76	\$ 1.740.970

Estos son precios reales de mercado, en donde está aplicado el costo de instalación unitario y descontado el valor residual de cada ampollita reemplazada, en los casos que aplica.

Nota: Al no reemplazar la totalidad de los circuitos por ampollitas de mayor eficiencia, la inversión será corregida descontando el valor residual de la ampollita antigua, éstas se incorpora al stock de reemplazo de los circuitos no reemplazados.

2.5.5. Cálculo de ahorros.

El ahorro logrado por el reemplazo, está calculado en función de las horas de utilización de las luminarias propuesta, en el periodo de un año; de esto se obtiene lo siguiente:

Luminarias Propuestas	Consumo Anual de Energía Sistema Actual (kWh)	Consumo Anual de Energía Proyectado (kWh)	Reducción Anual de Consumo de Energía (kWh)	Reducción del Gasto Total (\$)
Fluorescente TCS – 22W	6.895	3.371	3.524	288.965

Para las luminarias instaladas la zona climatizada de Frugo, la energía reducida en verano presenta un ahorro de 32 \$/kWh, mientras que para el periodo de invierno presenta un aumento de gasto de 23 \$/kWh.

2.5.6. Periodo de Recuperación de la Inversión.

Luminarias Propuestas	Inversión (\$)	Ahorro (\$)	PRI
Fluorescente TCS – 22W	1.740.970	288.965	6,02 años

2.5.7. Conclusiones y Recomendaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos, no se recomienda realizar este proyecto, dado que su Periodo de Recuperación de la Inversión es superior a los 6 años.

El reducido número de horas de operación de los circuitos de alumbrado de planta, no hacen rentable la inversión en reemplazo de iluminación de alta eficiencia.

2.6. Balance de Corrientes por Fases.

Se realizaron mediciones con un registrador de parámetros eléctricos en un día de consumo típico y después coordinar el cambio de algunas cargas para mejorar este aspecto. Con estas mediciones se pudo definir cuál es la fase que tiene mayor corriente y cuáles son las cargas que deben ser nuevamente distribuidas y a qué fase en particular reconectadas.

2.6.1. Consumo proyectado.

La reducción de pérdidas por este concepto se calcula a partir del cálculo anterior. Esto implica que se supone una reconexión de cargas de modo que las corrientes por fase tiendan a igualarse. El efecto se puede observar con el siguiente cálculo.

$$Pérdidas_{Totales} = R \times (140^2 + 170^2 + 160^2)$$
$$Reducción_{Pérdidas} = 1 - \frac{Pérdidas_{balance}}{Pérdidas_{Desbalance}} = 1 - \frac{R \times (140^2 + 170^2 + 160^2)}{R \times (140^2 + 170^2 + 160^2)} = 0,21\%$$

Las pérdidas en el sistema eléctrico conectado al empalme ascienden a 0,2% máximo de la energía total anual, es decir 8.976 kWh anuales. Con respecto al sistema actual, con un sistema completamente balanceado la reducción de las pérdidas anuales serían de 19 kWh.

2.6.2. Cálculo de la inversión del proyecto.

Un levantamiento de las cargas y un estudio para reconectar fases es de \$1.500.000, sin IVA, esto sin incluir la mano de obra y materiales que se puedan requerir.

2.6.3. Cálculos de ahorro.

El ahorro anual obtenido es 15 kWh lo que implica una reducción anual de \$1.279, considerando a \$69 el kWh para Frugo.

2.6.4. Periodo de Recuperación de la Inversión.

En esta oportunidad y considerando el monto de los ahorros versus los estudios iniciales, sólo se elaborará este indicador con el monto inicial estimado.

Detalle Medida	Estudios Previos (\$)	Ahorro (\$)	PRI
Balance de Cargas	1.500.000	\$ 1.279	1.173 años

2.6.5. Conclusiones y recomendaciones.

No se recomienda realizar un proyecto de balance de fases. El ahorro logrado es absolutamente despreciable en relación a la inversión requerida.



PREVENT *LTDA.*
SOPORTE INTEGRAL

INDUBEL LTDA.

Enero 2010



INFORME DE ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANÁLISIS DE MEDIDAS PROPUESTAS ÁREA TÉRMICA

Mandante

INDUBEL LTDA.

Enero - 2010

PROYECTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA INDUBEL LTDA.
TITULO	PROYECTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA – EVALUACIÓN DE MEDIDAS PROPUESTAS EN ÁREA TÉRMICA
CONTENIDO	1.- OBJETIVO 2.- ANÁLISIS DE MEDIDAS PROPUESTAS 3.- RESUMEN DE MEDIDAS PROPUESTAS
ANEXOS	ANEXO: A. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN CAÑERÍAS CON AISLAMIENTO TÉRMICO DE AGUA FRÍA Y CALIENTE B. CATÁLOGO CALDERA A PELLETS C. CATÁLOGO CALDERA DE CONDENSACIÓN D. COLECTORES SOLARES E. FICHA TÉCNICA BOMBA DE CALOR F. CÁLCULO DEL COP DE CALOR-PROYECTO INTERCAMBIADOR CHILLER
UNIDAD GENERADORA Preparado por Revisado por Aprobado por UNIDAD REVISORA Revisado por Aprobado por UNIDAD APROBADORA Aprobado por	Daniel Campos Gunther Klemmer Marchesse Gunther Klemmer Marchesse
DISTRIBUCION	

1. Objetivo

El presente documento tiene por finalidad recoger las observaciones de la etapa de auditoría, de forma de plasmar las sugerencias realizadas y transformarlas en propuestas concretas de eficiencia energética o de cambios tecnológicos, clasificándolas como “medidas blandas” o “medidas duras”, de acuerdo al impacto que tengan en el flujo de caja.

2. Análisis de Medidas Propuestas – Área Térmica

2.1. Recuperación Eficiencia Caldera

El mejorar la eficiencia de la combustión, de las calderas corresponde a una actividad de mantenimiento correctivo más que a una inversión que pretenda mejorar una condición de diseño. Esta actividad de mantenimiento busca recuperar su condición de diseño y debe realizarse anualmente en forma preventiva.

El mejoramiento de la eficiencia de la combustión de las calderas se orienta básicamente a las siguientes actividades:

- Regulación de la relación aire – combustible
- Revisión de inyectores de combustible
- Revisión de instrumentos de medición.

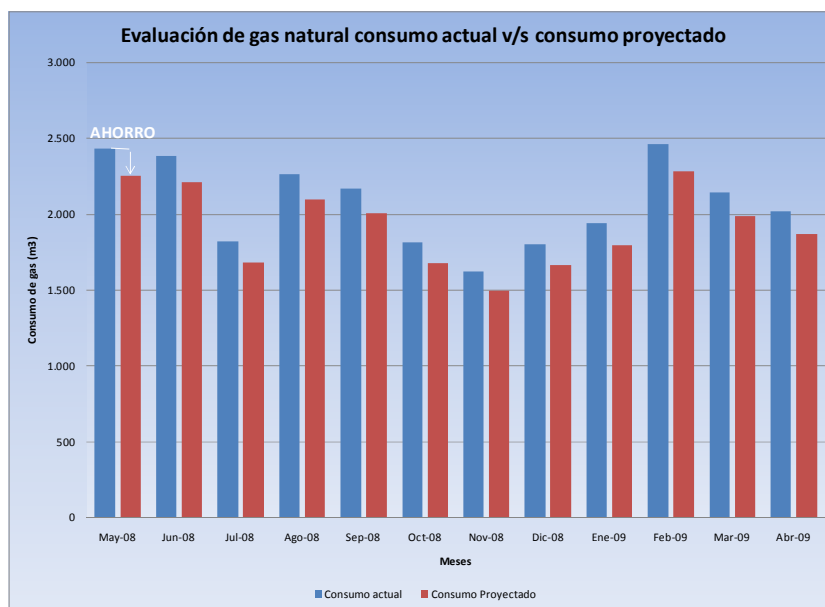
2.1.1. Consumo Proyectado

La recuperación de las calderas busca mejorar su rendimiento térmico en un 5%. Se debe considerar que para mantener estas condiciones de operación la mantención debe ser realizada anualmente.

De la etapa de auditoría, se obtuvieron los siguientes datos, necesarios para evaluar la presente alternativa:

RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE AGUA CALIENTE - CALDERA	
Ítem	Valores
GN anual	22.178 m3
Gasto en Combustible (05/08-04/09)	\$ 11.333.469
Generación de Energía Térmica anual	239.890 Kwh-th
Valor Kwh-th Generado	\$ 47,24
Eficiencia de la Caldera	70%
Aporte de Energía al Sistema de Agua Caliente anual	167.920 Kwh-th
Valor Kwh-th Aportado por Caldera	\$ 67,49

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO - CALDERA	
Ítem	Valores
Energía Producida Caldera	239.890 Kwh-th
Valor Kwh-th Generado	\$ 47,24
Eficiencia Caldera con Mantención	75%
Eficiencia Actual de la Caldera	70%
Ahorro en Energía Plan de Mantención	11.994,5 Kwh-th
	\$ 566.620



Perfil de Consumo Frugo considerando Mejora de la Eficiencia de la Caldera.

2.1.2. Inversión Estimada.

La Inversión necesaria para recuperar la caldera tiene un valor base que considera mediciones, ajustes, regulaciones, materiales y mano de obra del trabajo pero no considera el cambio de componentes ni repuestos.

Inversión Estimada Mantención Caldera	
Ítem	Valores
Recuperación Caldera N°1	\$ 550.000
Total	\$ 550.000

2.1.3.Cálculo de ahorros.

De lo indicado en el punto 2.1.1., el ahorro sería:

Ahorro Sensibilizado en un 3% de mejora en la eficiencia de la Caldera	11.994,5 Kwh-th
	\$ 566.620

2.1.4.Indicadores Financieros.

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE Y CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Valores
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo)	Gasto
Ahorro (recuperación del 3% de la eficiencia de la Caldera)	11.994,5 Kwh-th
	\$ 566.620
Gasto Anual Mantención	\$ 550.000
Ahorro Neto	\$ 16.620
Indicadores Financieros	NO APLICA

2.1.5.Conclusiones y Recomendaciones

- La Caldera presenta una pérdida de su eficiencia del 6,67% (Operación Actual al 70% - Operación Óptima 75%), equivalente a la pérdida de 5 puntos en su operación.
- Si bien implementar un plan de mantención anual permitiría alcanzar ahorros del orden de los \$ 566.620 (considerando un valor de \$ 510,50 por m3 de GN), los gastos de mantención anuales serían de \$ 550.000, generando un ahorro neto de \$ 16.220.
- Dadas las mediciones realizadas, se ha estimado que la caldera está sobredimensionada para su actual uso, en consecuencia, se sugiere evaluar la conveniencia de reemplazar el consumo de Gas natural por otro combustible más económico y menos contaminante, como lo es la Biomasa.

2.2. Aislación térmica de Cañerías.

Con el objetivo de reducir la pérdida de Energía se propone aislar térmicamente las cañerías de agua caliente y agua fría.

2.2.1.Tipo de aislación Térmica a Utilizar.

La aislación térmica recomendada es el Elastómero K-Flex EC M1. Es un aislante con un excelente rendimiento en baja y media temperatura y de fácil instalación. Posee una barrera de vapor y es totalmente ignífugo.



- Coef. de conductividad: 0,029 kcal/h·m·°C
- Temperatura de trabajo óptima: -40 a 115 °C
- μ DIN 52615: $\mu \geq 3000$.
- Excelente Resistencia al Ozono.
- Excelente Resistencia a hongos y parásitos.
- Olor neutro.

2.2.2. Ahorro en Cañerías de Agua Caliente con Aislamiento Térmico

De acuerdo a lo determinado en la etapa de auditoría, en el área térmica y la simulación en software de análisis del aislamiento térmico (cálculos en Anexo A), se obtuvieron los siguientes datos:

RESUMEN DE CÁLCULO DE PÉRIDAS POR FALTA DE AISLAMIENTO EN CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE – CALDERA	
Ítem	Valores
Energía disipada por falta de aislamiento térmico (proyección a un año)	80.051.925 Kcal
	93.100 Kwh-th
Valor Kwh-th producido por Caldera	\$ 67,49
Energía disipada con aislamiento térmico (proyección a un año)	30.041.717 Kcal
	34.938 Kwh-th
Ahorro de Energía	50.010.208 Kcal
	58.162 Kwh-th
Ahorro en Gasto	\$ 3.992.843

En el Anexo A se detalla la energía disipada en las cañerías de agua caliente con aislamiento térmico.

2.2.3. Ahorro en Cañerías de Agua Fría con Aislamiento Térmico

De acuerdo a lo determinado en la etapa de auditoría, en el área térmica y la simulación en software de análisis del aislamiento térmico (cálculos en Anexo A), se obtuvieron los siguientes datos:

RESUMEN DE CÁLCULO DE PÉRIDAS POR FALTA DE AISLAMIENTO EN CAÑERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA FRÍA – CALDERA	
Ítem	Valores
Energía disipada por falta de aislamiento térmico (proyección a un año)	25.906.141 Kcal
	30.129 Kwh-th
Valor Kwh-th producido por Caldera	\$ 24,18
Energía disipada con aislamiento térmico (proyección a un año)	15.009.815 Kcal
	17.456 Kwh-th
Ahorro de Energía	10.896.326 Kcal
	15.373 Kwh-th
Ahorro en Gasto	\$ 371.719

2.2.4. Cálculos de Inversión del proyecto de Aislación Térmica de cañerías.

a. Costo de Aislación de Cañerías.

Costo estimado de aislamiento de cañerías con Elastómero k-Flex EC M1, (\$/2m)

Diametro nominal de cañería	Espesor de aislación en (mm)		
	9	13	19
1	\$ 14.783	\$ 15.220	\$ 15.724
1 1/2	\$ 15.121	\$ 15.676	\$ 16.745
2	\$ 16.313	\$ 16.926	\$ 16.958
2 1/2	\$ 17.128	\$ 17.224	\$ 17.861
3	\$ 18.182	\$ 18.612	\$ 18.963
4	\$ 18.673	\$ 20.820	\$ 21.594

Para determinar el espesor óptimo del aislamiento se analizó, los costos de la energía, y el precio del aislamiento térmico, determinándose que el espesor óptimo es de 19mm o ¾”.

b. Inversión en Aislamiento térmica de Cañerías de Agua Caliente y enfriada.

Detalle	Agua Caliente (\$)	Agua Fría (\$)	Total (\$)
Espesor de Aislación Térmica	19 mm	19 mm	
Materiales de Aislamiento	2.998.174	3.886.554	6.884.728
Instalación	500.000	500.000	1.000.000
;Materiales Varios	500.000	500.000	1.000.000
Costo Total	4.286.574	5.412.954	8.884.728

2.2.4. Alternativas de Inversión y Ahorros

Alternativas	Inversión (\$)	Ahorro (\$)	Pay-Back o PRI (años)
Aislación Sistema Agua Caliente	4.286.574	3.992.843	1,07
Aislación Sistema Agua Fría	5.412.954	371.379	14,58
Aislación ambos Sistemas	8.884.728	4.364.222	2.03

Desde el punto de vista del periodo de recuperación de la inversión, se tiene dos alternativas viables correspondientes al Aislamiento de sólo las cañerías de agua caliente y la aislación total. Aplicar esta medida al sistema de agua fría no es rentable, considerando la inversión requerida y su impacto en el consumo de energía, factor por el cual se generan los ahorros.

2.2.5. Evaluación Financiera

2.2.6.

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE Y CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS		
Detalle	Aislamiento Cañerías Agua Caliente	Aislamiento Ambos Sistemas
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Gasto	Gasto
Ahorro por Aislar las Cañerías	58.162 Kwh-th	58.162 Kwh-th
		15.373 Kwh-th
	\$ 3.992.843	\$ 4.364.222
Gasto Anual Mantenición	0	0
Ahorro Neto	\$ 3.992.843	\$ 4.364.222
Inversión Inicial	\$ 4.283.574	\$ 8.884.728
Vida Útil	10 años	10 años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 39.928.430	\$ 43.642.220
Periodo de Recuperación de la Inversión	1.07 años	2,03 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 18.409.743	\$ 16.301.388
TIR (10 años)	93%	48%

(*) La inversión en esta medida se considera como gasto, pues formará parte de los activos fijos, sin serlo por sí solo, ya que son materiales, al estar el proyecto en marcha, por lo tanto, tampoco se encuentra sujeto al beneficio tributario de la depreciación.

2.2.7. Carta Gantt

	Semanas			
Actividades	1	2	3	4
Valorización de Ítem				
Solicitud de Cotizaciones				
Adquisición de Materiales				
Montaje				
Entrega				

2.2.8. Conclusiones y Recomendaciones.

De acuerdo a los resultados del estudio, se recomienda realizar la aislación térmica de las cañerías, tanto de agua caliente como de agua enfriada, resultando atractivo comenzar por las cañerías del sistema de agua fría.

2.3. Instalación de Caldera a Biomasa.

Con el objetivo de reducir el costo de producción de energía térmica se propone la instalación de una caldera a pellet de 50 [kW] con lo que se estima reemplazar un 85% de la energía anual, la dimensión de esta se hizo respecto al promedio diario de energía requerida para el agua calentada en el circuito de la caldera y el intercambiador de calor, para el mes Peak. Esta caldera, junto con producir un importante ahorro por concepto de generación de energía, tendrá una ventaja adicional; opera con una eficiencia del 92%. La actual caldera a GN esta operando a niveles de eficiencia estimados del 70 %.

2.3.1. Características Principales de las Caldera a Pellets

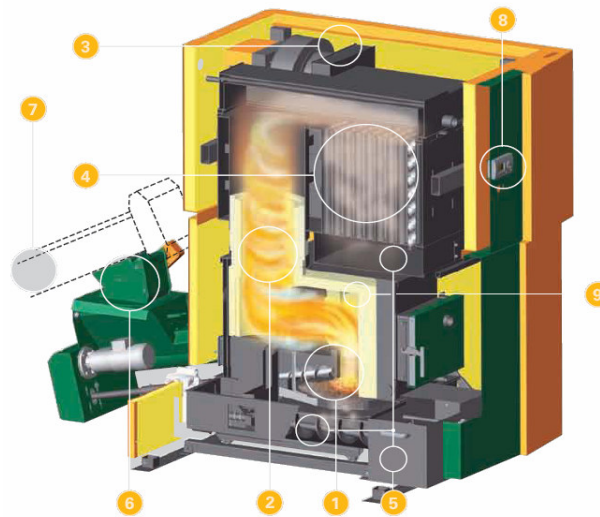
La caldera que se propone instalar tiene una potencia nominal de 50 [kW]. La temperatura máxima del Agua es de 85 [°C]. La eficiencia de la Caldera se estima en un 92,0% y el consumo de Combustible a plena carga será de aproximadamente de 21 [kg/h] (Poder Calorífico del Pellets: 4,7 [kWh/kg]).

Las emisiones de combustión de Pellets a 13 % O₂ mostrarán las siguientes concentraciones:

CO: < 5, 0 [mg/m³].
MP: < 19 [mg/m³].
NO_x: < n.m. [mg/m³].

Cumple con la legislación vigente.

Esquema general Caldera a Pellet.



Fuente: Prevent, año 2009.

En **Anexo B** se incorporan las características técnicas de las calderas a pellets.

2.3.2. Instalación de Caldera a Pellets

La caldera a Pellets se plantea instalar a un costado de la sala de duchas. El lugar cuenta con espacio suficiente para el acopio de Pellets y el acondicionamiento requerido.

2.3.3. Características del Pellet

El Pellets es uno de los productos más innovadores para aprovechar la energía de la biomasa forestal.

Los pellets son óvulos fabricados a partir de astillas de madera y aserrín. Tienen forma cilíndrica, miden entre 1 y 2 [cm] de largo y hasta 8 [mm] de diámetro.

Los pellets se caracterizan por su alto poder calorífico. Una tonelada de pellets tiene el poder calorífico de 5,5 [m³] de leña. Esta misma característica hace posible que su combustión sea casi total (98,5%) y que prácticamente no se produzcan cenizas (cada kg de pellets genera menos de 5 gr de ceniza).

Los pellets son más eficientes que la biomasa verde, que generalmente tiene altos índices de humedad.

En el caso de los pellets, su forma y tamaño permiten un eficiente manejo tanto para efectos de transporte como de almacenamiento. Necesita mucho menos espacio de almacenamiento que otros combustibles sólidos, cerca de 1,5 [m³/Tn], facilitando la carga automática de las calderas.

Características Técnicas del Pellet

Propiedad	Valores
Densidad	659 (Kg/m ³)
Diámetro	Desde 6,35 mm a 7,9 mm
Longitud	38,1 mm
Fino (polvo de aserrín)	< 5% del peso total
Cloruros	< 300 ppm
Contenidos de Cenizas	1% del peso total de los pellets terminados
Poder Calorífico	4.7 [kWh/Kg]
Humedad	8%
Tamizado por Filtro de 1/8 de Pulgada	El producto final no debe tener un tamaño menor a 1/8"

2.3.4. Perfil de Consumo Proyectado

De acuerdo al Informe de Auditoría, se tienen los siguientes consumos de GN para FRUGO:

RESUMEN CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE AGUA CALIENTE – CALDERA	
Ítem	Valores
Aporte de Energía al Sistema de Agua Caliente	167.920 Kwh-th
Valor Kwh-th Aportado por Caldera	67,49

REQUERIMIENTOS CALDERA A PELLETS	
Ítem	Valores
Porcentaje de reemplazo Caldera Actual	85%
Energía Requerida (aportada al sistema)	167.920 Kwh-th
Energía Aportada por Caldera a Pellets	142.732 Kwh-th
Eficiencia Caldera a Pellets	92%
Energía Consumida o Producida por Caldera a Pellets	155.143 Kwh-th
Por calorífico Pellets	4,7 Kwh-th/kg
Kg anuales requeridos	33.011 Kg
Densidad Pellets	659 kg/m ³
Volumen de Pellets Requeridos Anualmente	50 m ³
Valor Kg de Pellets	\$ 126 kg
Gasto Anual en Compra de Pellets	\$ 4.156.386
Desecho (5 gr por Kg de Pellets quemado)	165 Kg

a. Almacenamiento de Pellets:

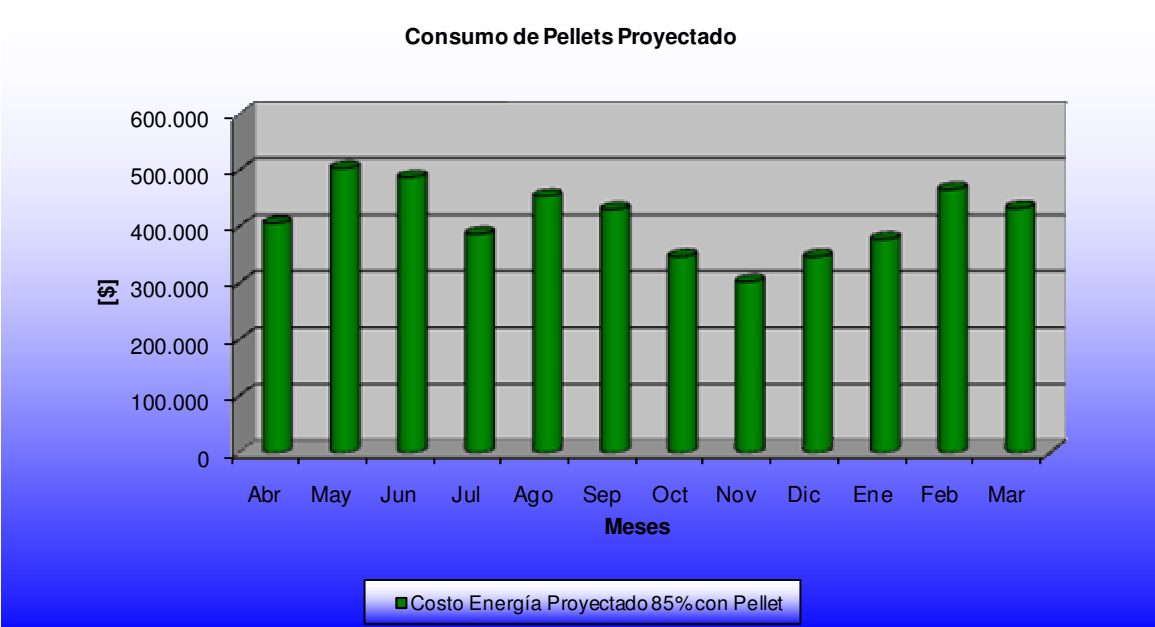
Durante el mes de mayo se produce mayor consumo de combustible. El volumen mensual para los 3.090 [kg] es de 4,7 [m³]. Para lo anterior se requiere un volumen máximo de almacenamiento semanal de 1,2 [m³]. Para reducir la frecuencia de abastecimiento se propone implementar un estanque de 2 [m³].

b. Residuos industriales sólidos

Los residuos sólidos producto de la combustión de los pellets alcanzan los 5 [gr/kg] de pellets cargado.

Para los consumos del punto 6.1, el residuo total será de máximo 3,9 [kg/semana].

Perfil de consumo proyectado de Pellets



Fuent

e: Elaboración Prevent.

La caldera de biomasa tendrá un funcionamiento promedio de 8 horas diarias, significando así un aporte anual del 85% de la energía requerida. La tabla siguiente, muestra las horas de funcionamiento requeridas por mes para cumplir con lo antes dicho.

Consumo Base GN y Aporte Energético Pellets					
Mes	Nº Días Mes	LBA (1) Caliente (Kwh-th)	Transferencia de Calor Al proceso (IC 70%)(2)(Kwh- th)	Energía Aportada Caldera Pellets (Kwh- th)	Horas de Funcionamiento Diario
Abril	30	19.670	13.769	11.703	8
Mayo	31	24.404	17.083	14.521	9
Junio	30	23.614	16.530	14.050	9
Julio	31	17.492	12.244	10.408	7
Agosto	31	22.001	15.401	13.091	8
Septiembre	30	20.864	14.604	12.414	8
Octubre	31	16.809	11.766	10.001	6
Noviembre	30	14.668	10.268	8.728	6
Diciembre	31	16.801	11.761	9.996	6
Enero	31	18.317	12.822	10.898	7
Febrero	28	24.292	17.005	14.454	10
Marzo	31	20.960	14.672	12.471	8
Total	365	239.891	167.924	142.735	

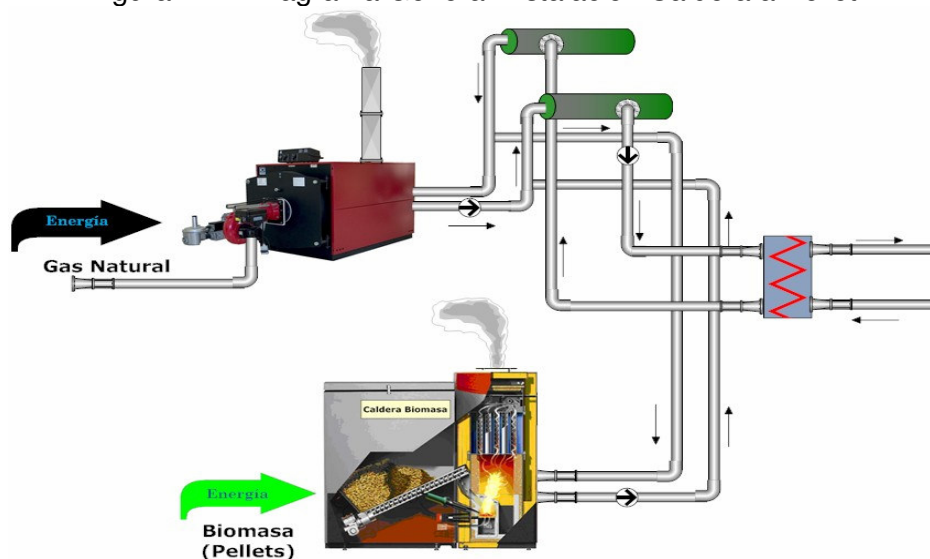
(1) Línea Base de Agua.

(2) Índice de Eficiencia Caldera a GN (actual en operaciones)

2.3.5.Monto de la Inversión en proyecto de mejora.

La Inversión consiste en adquirir, instalar, integrar y poner en marcha una Caldera a Pellets marca KWB de 40 [kW] de potencia nominal.

Figura Nº 4: Diagrama General Instalación Caldera a Pellet.



Fuente: Prevent, año 2009.

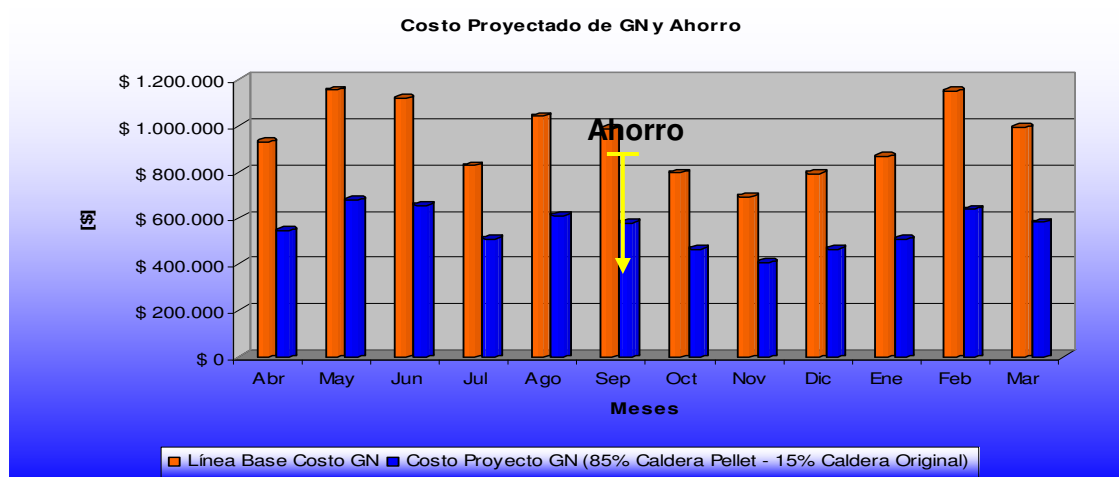
Tabla de Cálculo de Inversiones en Instalación Caldera a Pellets		
Ítems	Cantidad	Valor Neto (\$)
Caldera 50 Kw y Componentes	1	12.500.000
Accesorios	1	3.000.000
Instalación y Puesta en Marcha	1	2.000.000
1.000 Kg de Pellets	1	150.000
Inversión Total		17.250.000

2.3.6. Cálculo de ahorros.

El cálculo de ahorro está dado entre el costo anual histórico de combustible consumido y el costo proyectado de la caldera a pellets.

Detalle	Valores
Gasto Actual en GN por Caldera en Operaciones (periodo 05/08-04/09)	\$ 11.333.469
Costo Anual Proyectado en Compra de Pellets (reemplaza el 85%)	\$ 4.152.000
Costo por GN (15%)	\$ 1.700.020
Ahorro Anual	\$ 5.481.449
Observaciones	
La mantención de la caldera a Pellets puede ser incorporada a los Gastos de Mantención Preventiva de la empresa. Si se quisiera contratar en forma externa tendría un costo de \$ 20.000 anuales. Precios vigentes a Enero 2.010	

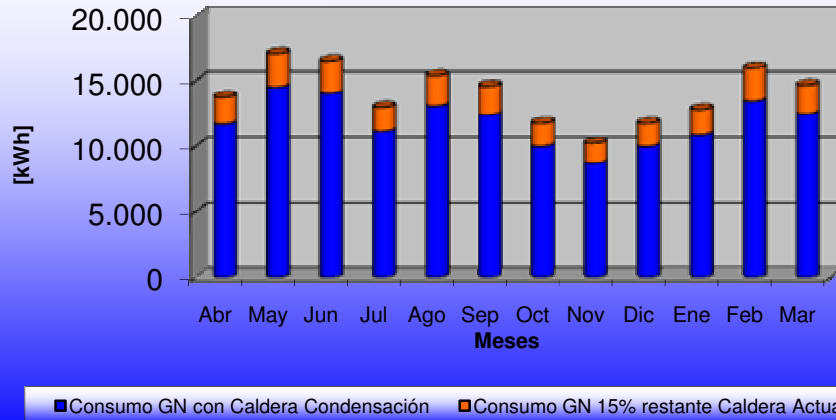
Perfil de la Proyección anual de ahorro y costo de combustible.



Fuente: Distribuidora GN y Prevent, año 2009.

Perfil de la Proyección anual consumo de combustible.

Consumo Proyectado de GN en Agua Caliente del Circuito Caldera - IC (85% Caldera Pellet - 15% Caldera Actual)



Fuente: Prevent, año 2009.

2.3.7. Evaluación Financiera

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Instalación Caldera A Pellets
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo
Ahorro por cambio Tecnológico	48.763,50 Kwh-th \$ 5.481.449
Gasto Anual Mantenición	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 293.250
Ahorro Neto	\$ 5.774.699
Inversión Inicial	\$ 17.250.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 690.000
Inversión Neta	\$ 16.560.000
Vida Útil	10 años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 57.746.900

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	2.87 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 17.202.750
TIR (10 años)	33%

2.3.8. Carta Gantt

	Semanas			
Actividades	1	2	3	4
Ing. De Detalle				
Solicitud de Cotizaciones				
Orden de Compra				
Instalación de Caldera y Accesorios				
Integración de Sistemas				
Puesta en Marcha				
Marcha Blanca				
Recepción				

2.3.9. Conclusiones y Recomendaciones

Resulta atractivo reemplazar parcialmente la caldera existente por una caldera a pellets de 50 [kW]. La Caldera actual queda disponible para respaldo, reemplazo eventual y para cubrir posibles aumentos en la demanda de agua caliente.

En nuestro país, la bioenergía es relativamente innovadora y se presenta como una alternativa, pues el precio de la energía producida por biomasa es inferior a la de cualquier alternativa de combustibles derivados del petróleo; ya existen casos de industrias nacionales que con pequeñas y simples modificaciones han podido hacer uso combinado con este nuevo recurso forestal.

2.4. Instalación de Caldera de Condensación.

Con el objetivo de reducir el costo de producción de energía térmica se propone la instalación de una caldera de condensación de 50 [kW]. La dimensión de ésta se hizo respecto al promedio diario de energía requerida para el agua calentada en el circuito de la caldera y el intercambiador de calor, para el mes Peak. Esta caldera, junto con producir ahorro por concepto de generación de energía, tendrá una ventaja adicional; opera con una eficiencia del 100%. La actual caldera a GN está operando a niveles de eficiencia estimados del 70 %, estimando reemplazar un 85% de la energía anual.

Las calderas originales no serán modificadas quedando disponibles para los peaks de demanda.

2.4.1. Descripción de Caldera de Condensación:

La caldera de condensación que se propone utilizar es de marca ACV Trotter modelo Prestige 50, de potencia 50 [kW], la que aportara el 85% anual de la energía al 100% de eficiencia.

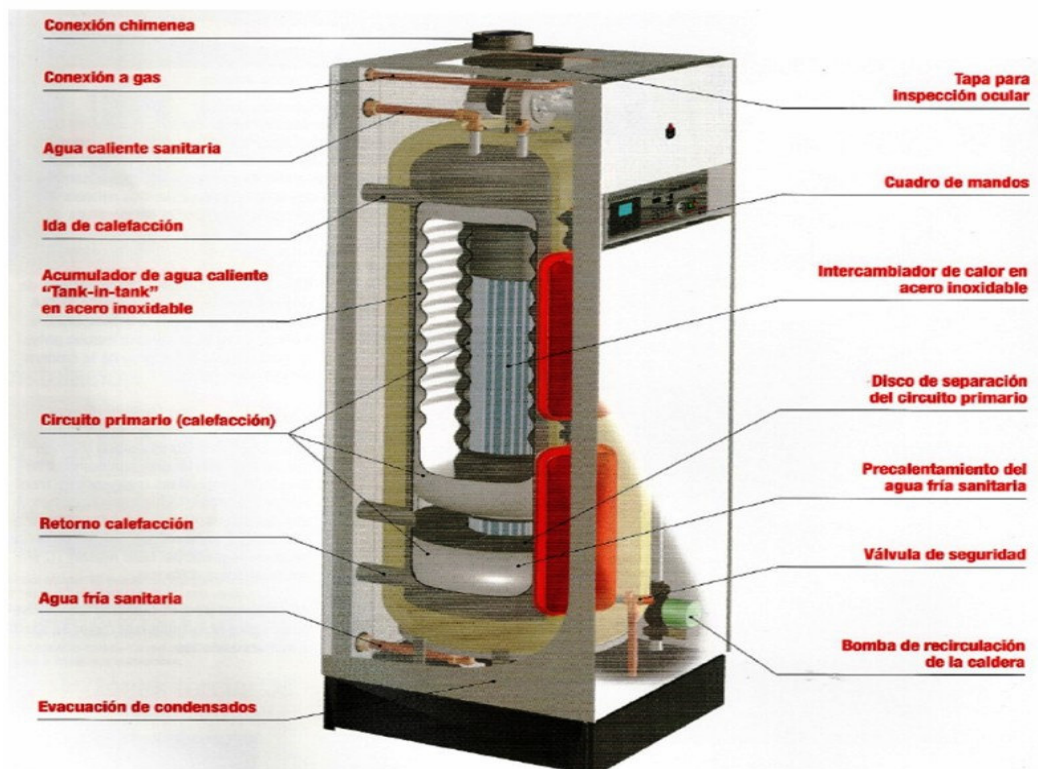
Las pérdidas de rendimiento de las calderas, vienen originadas por la generación de inquemados, la radiación de la misma cámara de combustión y por gases de descarga.

Poder calorífico Inferior, PCI (LVH), se define cuando toda el agua proveniente del combustible o formada durante la combustión se encuentra como vapor en los productos de combustión. No comprende el calor de condensación, y su valor, lógicamente, es inferior al Poder Calorífico Superior (PCS). Desde el punto de vista de la combustión, el PCI es el que habitualmente da una idea más real del proceso de combustión, dado que en la mayoría de aplicaciones la temperatura de los humos a la salida de la caldera hace que el agua formada en la combustión escape en forma de vapor a la atmósfera. No ocurre así con las calderas de condensación, cuya denominación proviene de hacer enfriar los gases de combustión antes de su expulsión a la atmósfera a objeto de condensar al vapor de agua y recuperar el calor latente de transformación vapor/liquido.

Una caldera de condensación se le exige un rendimiento mínimo del 95% y es por eso que las calderas de condensación alcanzan rendimientos de 105% y el 110% sumándole al rendimiento normal, es aprovechado por la reutilización de energía producto de la condensación de la humedad del aire del ambiente.

a. Características Caldera de Condensación.

Estos equipos cuentan con reguladores electrónicos ACV/MVBA (honeywell Gas-modul). Lo que controla el funcionamiento del quemador (Partida – Seguridad - Modulación), en función de las demandas de Calefacción y ACS.



Fuente: ACV Trotter, año 2009.

b. Escape de Gases (Humos) y Turbuladores

Los diferentes modelos HeatMaster, constan según su potencia, de varios tubos de humos en acero inoxidable de un diámetro interior de 64 [mm] (2,5"). Cada uno de estos tubos esta provisto de un turbulador en acero especial destinado a mejorar el intercambio térmico y a reducir las temperaturas de los humos.

Las demás características de la caldera se incorporan en **Anexo C**.

c. Ubicación de la caldera de condensación:

Se Plantea la Instalación a un costado de estacionamiento. El lugar cuenta con espacio suficiente y el acondicionamiento requerido.

2.4.2. Consumo Proyectado

La Caldera de Condensación tendrá un funcionamiento promedio de 8 horas diarias, significando así un aporte anual del 85% de la energía requerida. La tabla siguiente, muestra las horas de funcionamiento requeridas por mes para cumplir con lo antes dicho.

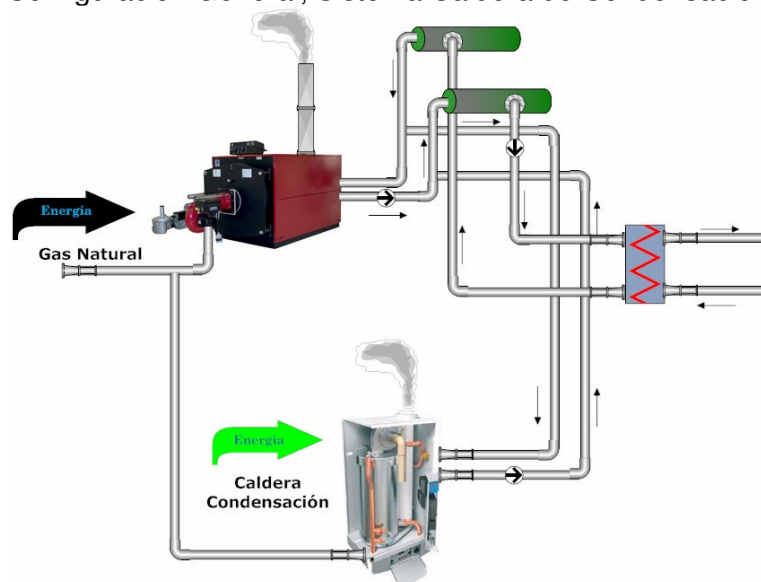
Consumos de GN en Agua Caliente de Procesos y Caldera Condensación					
Mes	Nº Días Mes	LBA (1) Caliente (Kwh-th)	Transferencia de Calor Al proceso (IC 70%)(2)(Kwh-th)	Energía Aportada Caldera Condensación (Kwh-th)	Horas de Funcionamiento Diario
Abril	30	19.670	13.769	10.800	7
Mayo	31	24.404	17.083	14.880	10
Junio	30	23.614	16.530	12.600	8
Julio	31	17.492	12.244	11.160	7
Agosto	31	22.001	15.401	13.020	8
Septiembre	30	20.864	14.604	11.700	8
Octubre	31	16.809	11.766	9.300	6
Noviembre	30	14.668	10.268	10.268	7
Diciembre	31	16.801	11.761	11.160	7
Enero	31	18.317	12.822	11.160	7
Febrero	28	24.292	17.005	13.440	10
Marzo	31	20.960	14.672	13.020	8
Total	365	239.891	167.924	142.508	94

Fuente: Prevent, con datos de Facturas GN Frugo, año 2009.

2.4.3. Monto de la Inversión en proyecto de mejora.

La Inversión consiste en adquirir, instalar, integrar y poner en marcha una Caldera de Condensación marca ACV Trotter modelo Prestige 50, de 50 [kW] de potencia nominal.

Configuración General, Sistema Caldera de Condensación.



Fuente: Prevent, año 2009.

Tabla de Cálculo de Inversiones en Instalación Caldera Condensación		
Ítems	Cantidad	Valor Neto (\$)
Caldera 50 Kw	1	4.850.000
Instalación y Puesta en Marcha	1	1.950.000
Inversión Total		6.800.000

Fuente: INTVAP, año 2009.

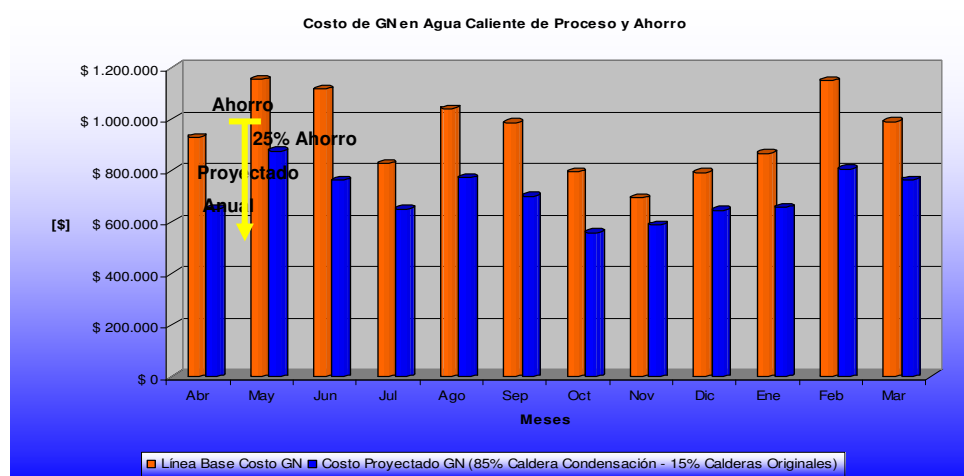
2.4.4. Cálculo de ahorros.

El cálculo de ahorro está dado entre el costo anual histórico de combustible consumido y el costo proyectado de la caldera de condensación.

Detalle	Valores
Energía Requerida o Aportada al Sistema Agua Caliente	167.920 Kwh-th
Energía Aportada Caldera GN (Aporte 15%)	25.188 Kwh-th
Energía Aportada Caldera Condensación (= Energía Generada) (Aporte 85%)	142.732 Kwh-th
Energía Generada	
Caldera GN operando al 100%	239.890 Kwh-th
Menos: Caldera GN operando al 15% (Eficiencia del 70%)	35.983 Kwh-th

Menos: Caldera Condensación	142.732 Kwh-th
Ahorro energético considerando Caldera Condensación + Caldera GN	61.175 Kwh-th
Valor Kwh-th Generado	\$ 47,27
Ahorro Económico por Cambio Tecnológico	\$ 2.891.742
Observaciones	
La mantención de la caldera de condensación puede ser incorporada a los Gastos de Mantención Preventiva de la empresa. Si se quisiera contratar en forma externa tendría un costo de \$ 20.000 anuales. Precios vigentes a Enero 2.010	

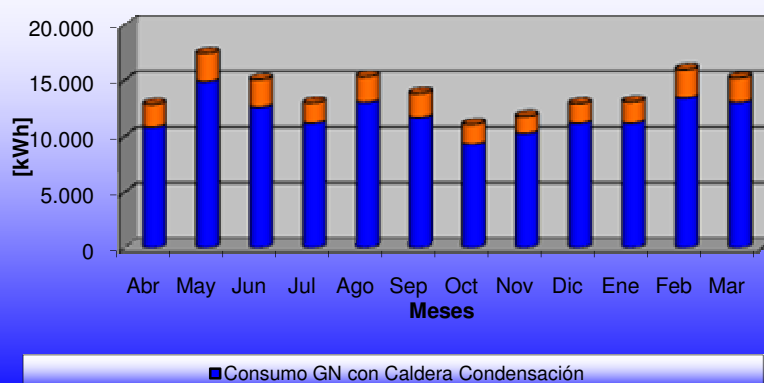
Perfil de Proyección anual de ahorro y costo de combustible.



Fuente: Distribuidora y Prevent, año 2009.

Perfil de Proyección anual de Consumo de Combustible.

Consumo kWh Proyectado de GN en Agua Caliente del Circuito Caldera - IC
(85% Caldera Condensación - 15% Caldera Actual)



Fuente: Distribuidora y Prevent, año 2009.

2.4.5. Evaluación Financiera

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Instalación Caldera Condensación
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo
Ahorro por cambio Tecnológico	61.175 Kwh-th \$ 2.891.742
Gasto Anual Mantenición	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 115.600
Ahorro Neto	\$ 3.007.342
Inversión Inicial	\$ 6.800.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 272.000
Inversión Neta	\$ 6.528.000
Vida Útil	10 años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	28.917.420

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	2.17 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 10.864.377
TIR (10 años)	45%

2.4.6. Carta Gantt.

	Semanas			
Actividades	1	2	3	4
Ing. De Detalle				
Solicitud de Cotizaciones				
Orden de Compra				
Entrega Caldera				
Instalación de Caldera y Accesorios				
Integración de Sistemas				
Puesta en Marcha				
Marcha Blanca				
Recepción				

2.4.7. Conclusiones y Recomendaciones

Resulta atractivo reemplazar parcialmente las calderas existentes por una caldera de condensación de 50 [kW]. La Caldera actual quedaría disponible para respaldo, reemplazo eventual y/o para cubrir posibles aumentos esporádicos en la demanda de energía.

Se debe hacer mención a que los ahorros y la evaluación en sí, presentan un proyecto muy rentable en gran parte por la baja eficiencia de las calderas, existentes del 70%.

2.5. Instalación de Colectores Solares.

Con el objetivo de reducir los niveles de consumo de Combustible para calentar agua, se propone la instalación de un sistema alternativo de precalentamiento de agua que utiliza energía renovable y de menor costo, como lo es la energía solar.

2.5.1. Colectores Solares:

Se propone instalar 3 Colectores Solares que aportarán el 52% de la energía anual necesaria para el calentamiento de ACS. Detalles de este cálculo en el **Anexo D**.

a. Características de los Colectores Solares

EN Anexo D, se incorporan las características de los colectores solares en la Figura 1 y su descripción a continuación:

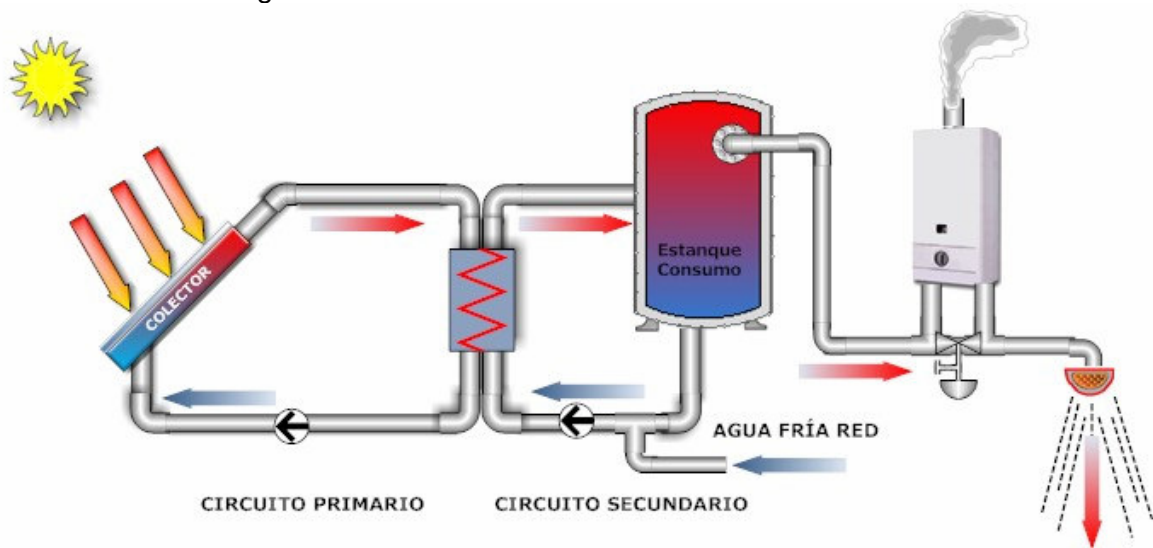
b. Instalación de los colectores solares

Los colectores solares se instalarán con orientación hacia el Norte, con una inclinación de 35° sin sombras permanentes.

Para satisfacer las necesidades de agua caliente se propone un sistema solar térmico, ver Figura 2. Los colectores serán conectados al sistema de calefones ya existente, precalentará el agua y retornará ésta a los calefones.

De este modo, los colectores solares elevarán la temperatura del agua a las condiciones estándar, aproximadamente 60 [° C]. El agua precalentada se acumulará en un estanque de consumo de preacumulamiento, de donde se utilizará directamente de poseer la temperatura de set-point. Si la temperatura del estanque se encuentra por debajo del set-point, los calefones correspondientes, calentarán el agua a la temperatura deseada.

Configuración General del Circuito de Colectores Solares.



Fuente: Prevent.

2.5.2. Perfil de Consumo Proyectado

Según informe de auditoría del área térmica, el aporte energético al sistema ACS, corresponde a lo siguiente:

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO – CALEFÓN	
Ítem	Valores
Consumo GN (05/08-04/09)	3.259 (m3)
Valor Promedio m3 GN (periodo de análisis)	\$ 510,50
Gasto Anual	\$ 1.663.720
Energía Producida	35.243 Kwh-th

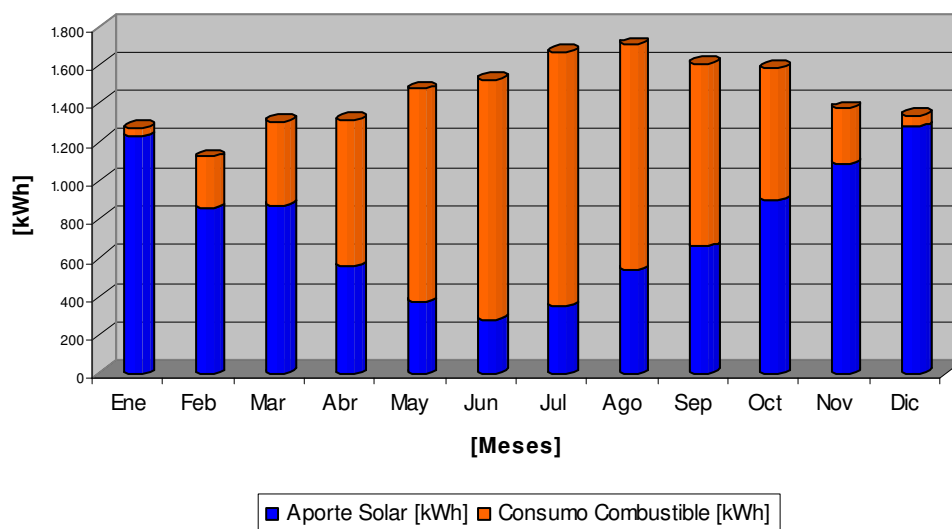
De acuerdo a los antecedentes aportados en el Anexo 1, se tiene lo siguiente:

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA APORTADA POR PLANTA SOLAR	
Ítem	Valores
Energía Aportada Anual	17.272 Kwh-th
Ahorro Anual en Aporte Térmico	8.968 Kwh-th
Ahorro Anual de GN	1.692 (m3)
Valor m3 GN	\$ 510.50
Ahorro	\$ 863.766
Porcentaje de Aporte Térmico de la Planta Solar	52%
Consumo Anual de GN	1.567 (m3)

Si a la demanda mensual de energía térmica de Frugo se resta el aporte mensual de energía térmica aportada por los colectores solares, se obtiene la curva de energía que debe ser producida por Calefones.

Energía térmica a generar por calefones y colectores solares.

Consumo Proyectado de GN con Colectores



Fuent

e: Elaboración Prevent.

2.5.3.Cálculo de Inversión en proyecto de mejora.

La Inversión consiste en instalar 3 Colectores Solares marca CHROMAGEN Modelo CR120, más un Estanque de Acumulación de ACS de 1.000 [L]. Cada uno tiene la capacidad de aportar en promedio anual 2.989,4 [kWh] de energía. Los ítems a considerar en la inversión son:

Tabla de Cálculo de Inversiones en Instalación Colectores Solares		
Ítems	Cantidad	Valor Neto (\$)
Colectores Solares de 2,56 (m2)	3	1.481.906
Estanque de Acumulación de ACS de 1.000 Lt. más accesorios	1	943.031
Implementación	1	269.437
Inversión Total		2.694.374

Fuente: ISENER

2.5.4.Cálculo de ahorros.

El cálculo de ahorro esta dado por el aporte de energía del panel solar valorizado al costo del combustible original GN, quedo expresado en el punto 2.5.2., obteniéndose los siguientes datos:

RESUMEN DE AHORRO DE ENERGÍA APORTADA POR PLANTA SOLAR	
Ítem	Valores
Energía Aportada Anual	17.272 Kwh-th
Ahorro Anual en Aporte Térmico	8.968 Kwh-th
Ahorro Anual de GN	1.692 (m3)
Valor m3 GN	\$ 510.50
Ahorro	\$ 863.766

2.5.5.Indicadores Financieros

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Paneles
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo
Ahorro por cambio Tecnológico	8.968 Kwh-th \$ 863.766
Menos: Gasto Anual Mantención y MOD	\$ 51.000
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 45.804
Ahorro Neto	\$ 858.570
Inversión Inicial	\$ 2.694.374
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 107.775
Inversión Neta	\$ 2.586.599
Vida Útil	10 Años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 8.127.600

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	3,01 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 2.444.493
TIR (10 años)	31%

2.5.6. Carta Gantt de Implementación del Proyecto

	Semanas					
Actividades	1	2	3	4	5	6
Ing. De Detalle						
Solicitud de Cotizaciones						
Orden de Compra						
Instalación de Faena						
Fabricación e Instalación Estructura						
Armado de Estructura						
Montar colectores sobre estructura						
Fabricación e instalación de piping						
Instalar bombas e instalar tks en serie						
Instalar tablero eléctrico y hacer conexiones						
Hacer pruebas de estanquidad a circuitos nuevos						
Instalar tubos de vacío						
Pruebas Finales						
Marcha Blanca						
Entrega						

2.5.7. Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto de Colectores Solares para precalentar el Agua de Frugo se considera conveniente por los siguientes motivos:

- Diversificación e independencia energética para aguas con temperatura de 60 [°C].
- Utilización de energía limpia.
- Energía de muy bajo costo.
- Menor impacto por eventuales aumentos en el precio del GN.
- Reducción de gastos de mantención de Calefones.
- Preocupación por el Medio Ambiente.

2.6. Instalación de una Bomba de Calor Geotérmica.

La Bomba de calor geotérmica por diseño, no supera la temperatura de 50°C; por lo tanto solo precalienta el agua que se acumulará en un estanque de precalentamiento.

La capacidad de una Bomba de calor Geotérmica se determina por la carga térmica del sistema. La carga del sistema es medida en unidades de energía (kJ, kcal, Btu, Kwh, etc.) a una presión y temperatura específicas. Una vez obtenidas las cargas que maneja la Bomba de calor se determina su potencia térmica.

En el caso de FRUGO, para dimensionar la potencia de una Bomba de calor Geotérmica se consideró el consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

De este modo, se propone instalar un sistema alternativo de precalentamiento de agua con una Bomba de Calor Geotérmica de 8 kW. La Bomba de Calor que se propone instalar reemplazará el 77% de la energía necesaria para calentar el agua a 50°C, el 23% restante lo aportaran los actuales calefones, para evitar la proliferación de la bacteria legionela.

2.6.1.Instalación de una Bomba de calor Geotérmica.

El sistema será conectado al sistema de calentamiento ya existente. La Bomba de calor precalentarán el agua acumulada en un estanque; el primero será un estanque de precalentamiento y el segundo será un estanque de consumo de agua, de esta forma se mantiene un stock de agua caliente a 50°C. Luego se conecta a la red de agua con un Bypass para accionar el funcionamiento de los calefón, para subir la temperatura del agua de precalentamiento a 60°C, de esta manera poder eliminar la bacteria Legionella.

a. Descripción Accesorios a Instalar

Estanque Acumulador

Para acumular el agua caliente sanitaria se consideran dos estanques verticales de 500 litros. Existen dos alternativas; los de acero al carbono recubiertos interiormente que posee uno o dos serpentines de intercambio de calor, los de acero inoxidable, libre de mantención con sistema Tank in Tank.

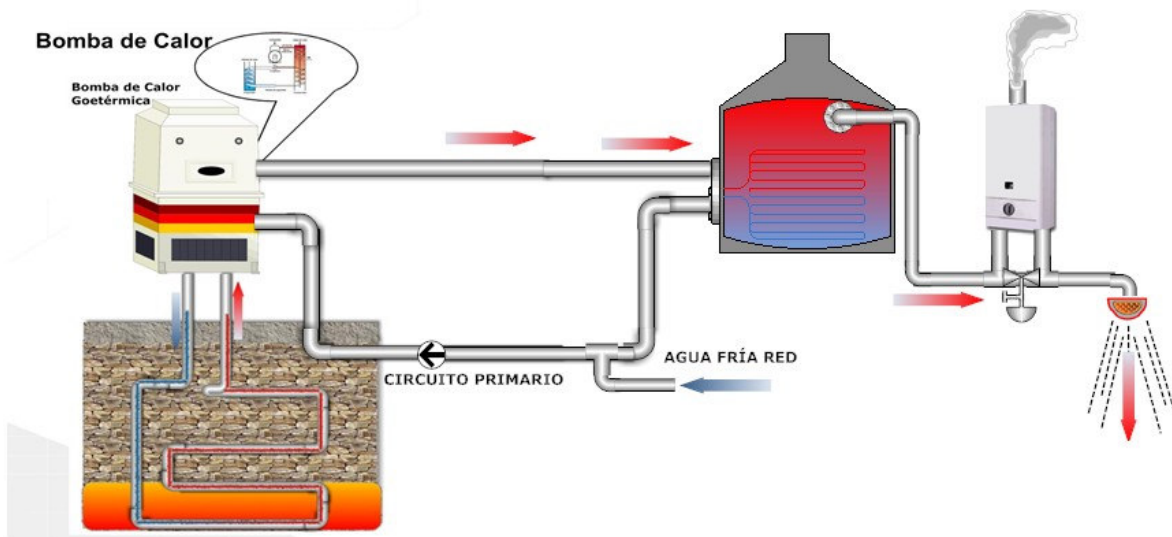
Temperatura de Acumulación: 45°C a 55°C. Esta temperatura nos permite eliminar permanentemente la proliferación de la bacteria Legionella y además nos aumenta la capacidad de producción de agua caliente a consumo.

La capacidad de los estanques se calculó con las variables siguientes: necesidad de agua caliente sanitaria (Duchas, lavado de manos y utensilios en embotellado y Producción) diaria requerida, derivado del consumo de GL, con una eficiencia de los calefón del 49%.

Bomba Circuito Primario

Para mover el agua de calefacción desde la caldera hasta el interior del estanque acumulador se utilizará una bomba.

Configuración General del Circuito de Bomba de calor Geotérmica.



b. Características de las Bombas de Calor Geotérmica.

La instalación de un sistema de bombas de calor Geotérmica es una medida destinada al ahorro de dinero y energía. A diferencia de otros sistemas de calefacción que convierten el combustible en calor, una bomba de calor está diseñada para mover el calor de un lugar a otro. Incluso a temperaturas externas relativamente frías, una bomba de calor extrae el calor de la tierra para calentar agua.

Conforme descienden las temperaturas del aire o del subsuelo se reduce su capacidad (cantidad de calor suministrado) y la eficiencia del sistema. Las bombas de calor Geotérmica extraen el calor de la tierra, cuya temperatura normalmente fluctúa entre 12° y 16°C durante todo el año, y lo transfiere al sistema que se requiere calentar; en este caso al estanque de agua precalentada.

c. Funcionamiento de la bomba de calor Geotérmica.

En **Anexo E**, se incorpora la ficha técnica de la bomba de calor, con la descripción de su funcionamiento.

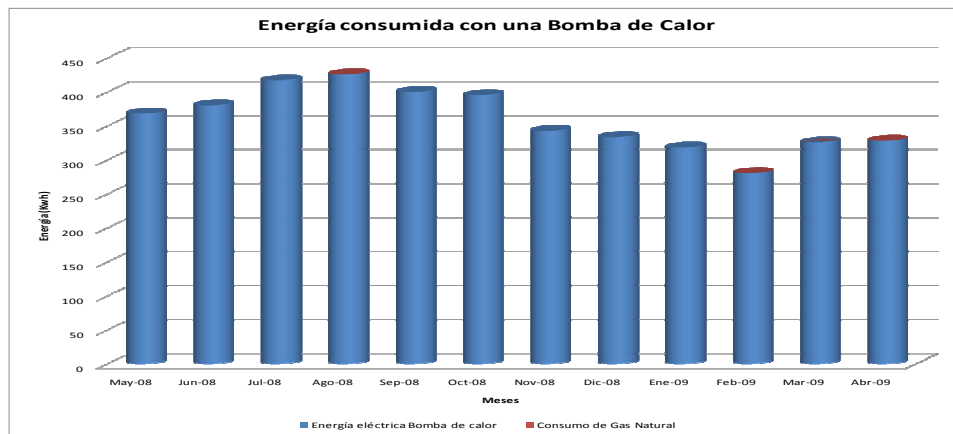
2.6.2. Perfil de Consumo Proyectado

De estudio de auditoría del área térmica, tenemos los siguientes datos:

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO – CALEFÓN	
Ítem	Valores
Consumo GN (05/08-04/09)	3.259 (m3)
Valor Promedio m3 GN (periodo de análisis)	\$ 510,50
Gasto Anual	\$ 1.663.720
Energía Producida (anual)	35.243 Kwh-th
Eficiencia Calefón	49%
Energía Aportada	17.269 Kwh-th
Valor Kwh-th Producido Calefón	\$ 47,20 Kwh-th

La bomba de calor de 8 kW, generará el 100% de la energía demandada (aportada por los calefón), correspondiente al agua caliente sanitaria, de lo cual se desprende lo siguiente:

ENERGÍA REEMPLAZADA POR LA BOMBA DE CALOR	
Ítem	Valores
Energía Producida y Aportada por Bomba de Calor	17.269 Kwh-th
COP	1/4
Energía requerida por la bomba de calor de la red eléctrica	4.317,25 Kwh
Valor monómico Kwh	\$ 82,33
Gasto Anual Proyectado	\$ 355.439
Valor del Kwh-th	\$ 20,58 Kwh-th



Fuente: Facturas y registro de datos de FRUGO..

2.6.3.Cálculo de Inversión en proyecto de mejora.

La Inversión consiste en instalar un sistema de precalentamiento de agua por medio de una bomba de calor de 8 Kw.

Los valores indicados en la tabla son referenciales.

Tabla de Cálculo de Inversiones en Instalación Colectores Solares		
Ítems	Cantidad	Valor Neto (\$)
Bomba Geotérmica 8 Kw	1	2.300.000
Accesorios (1 Estanque 1.000 Lts, bombas, serpentín subsuelo)	1	1.450.000
Instalación y puesta en marcha	1	600.000
Inversión Total		4.350.000

2.6.4.Cálculo de ahorros.

El cálculo de ahorro esta dado entre el costo del combustible actual y el costo proyectado con la implementación del proyecto. Según esta estimación el ahorro anual es de:

RESUMEN DE AHORROS APORTADOS POR BOMBA DE CALOR	
Ítem	Valores
Energía Producida por Calefón anual	35.243 Kwh-th
Energía Producida por Bomba de Calor anual	17.272 Kwh-th
Ahorro Anual en Generación Térmico	17.971 Kwh-th
Valor del Kwh-th producido por Calefón	\$ 47,20 Kwh-th
Valor del Kwh-th producido por Bomba de Calor	\$ 20.58 Kwh-th
Gasto Anual en GN – Calefón anual	\$ 1.663.470
Gasto Anual Proyectado Bomba de Calor anual	\$ 355.478
Ahorro anual	\$ 1.307.992

2.6.5. Indicadores Financieros

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Paneles
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo
Ahorro por cambio Tecnológico	17.971 Kwh-th
	\$ 1.307.992
Menos: Gasto Anual Mantenición y MOD	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 147.900
Ahorro Neto	\$ 1.455.892
Inversión Inicial	\$ 4.350.000
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 174.000
Inversión Neta	\$ 4.176.000
Vida Útil	5 Años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 6.539.960

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	2,87 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 4.336.206
TIR (10 años)	33%

2.6.6. Carta Gantt de Implementación del Proyecto.

	Semanas			
Actividades	1	2	3	4
Ing. De Detalle				
Solicitud de Cotizaciones				
Orden de Compra				
Entrega Bomba de Calor				
Instalación Bomba de Calor y Accesorios				
Integración de Sistemas				
Marcha Blanca				
Entrega				

2.6.7. Conclusiones y Recomendaciones

- El proyecto de instalar una bomba de calor Geotérmica reduce el gasto anual de producir agua caliente sanitaria de \$ 1.663.470 a \$ 355.478 según gasto registrado en GN durante el periodo 05/08 al 04/09, presentando una recuperación de la inversión en 2,87 años, al considerar los beneficios tributarios.
- La bomba de calor reducirá en un 100% la quema de combustible fósil (Gas Natural), para Agua caliente sanitaria.

2.7. Recuperación de Calor de Equipo de Cogeneración.

Dentro de las alternativas análisis en el área eléctrica se propone evaluar la factibilidad técnica y económica referente a la instalación de un grupo electrógeno para reemplazar potencia demandada a la red durante las horas de punta, adicionalmente se podría recuperar el calor disipada en el radiador del motor diesel.

Actualmente la planta posee una política de reducción de demanda en las horas de punta, basada en detener la producción al máximo posible durante las horas de punta (18:00 hrs. a 23:00 hrs. entre los meses de Abril a Septiembre). Ésta acción ha producido un ahorro de \$2.238.047 durante el periodo Abril 2008 – Marzo 2009.

En orden de cumplir con lo anterior, la planta posee dos jornadas:

- a) Personal Administrativo: Jornada laboral hasta las 18:30 – 19:00 horas.
- b) Personal Producción: Jornada Laboral hasta las 17:30 horas.

2.7.1. Metodología de análisis.

La finalidad de éste análisis es determinar si la autogeneración con recuperación de calor es realmente una opción atractiva para reemplazar horas de punta en los meses del periodo de invierno. Para esto es necesario establecer una línea base de comparación (Tabla 2), que utilizaremos para comparar las diferentes opciones. Ésta referencia es creada mediante la siguiente metodología:

Recopilación de información: mediante las facturas eléctricas podemos establecer la cantidad de energía eléctrica comprada a la compañía, las demandas máximas leídas y facturadas, y los precios por unidad comprada. De acuerdo a lo anterior los datos que utilizaremos serán:

- Energía total utilizada por la planta durante cada mes.
- Demanda máxima de la planta; es la demanda leída por la compañía en cualquier hora y día del mes y se utiliza para facturar la demanda máxima del cliente.

Para establecer la línea base anual de comparación es necesario evaluar estos datos en forma total, valorizados a precios fijos actuales. Los precios utilizados serán los empleados por la compañía de distribución, utilizados en la última factura conocida: Abril 2009.

TABLA DE PARÁMETROS DE COMPARACIÓN		
Parámetro	Unidad	Costo Unitario
Energía	KWh	\$ 69
Demanda Máxima Fuera de Punta	KW	\$ 508
Demanda Máxima Horas Punta	KW	\$ 5.624
Petróleo	Lt	\$ 350

Tabla 1: Datos base de comparación tarifa AT 4.3.

Según lo explicado en el punto anterior, la línea base anual resulta:

TABLA DE PARÁMETROS DE COMPARACIÓN				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	KWh	448.800	\$ 69	30.967.200
Demanda Máxima Fuera de Punta	KW	1.418	\$ 508	720.090
Demanda Máxima Horas Punta	KW	625	\$ 5.624	3.512.750
Petróleo	Lt	-	\$ 350	-
TOTAL				35.200.040

Tabla 2: Línea de Base de Comparación.

Con el objetivo de reducir los niveles de consumo de Combustible para ACS, se propone la instalación de un Sistema de Recuperación de Calor en el Radiador del Motor Diesel Generador, mediante un proceso de transferencia de Calor, salvaguardando las condiciones necesarias para el buen funcionamiento del motor.

2.7.2. Recuperación de Calor.

Se propone instalar en el Grupo Electrógeno con 30% de eficiencia eléctrica, que aportará 17.267 [kWh] de energía térmica, suficiente para reemplazar la demanda para el consumo de ACS.

Características del Sistema

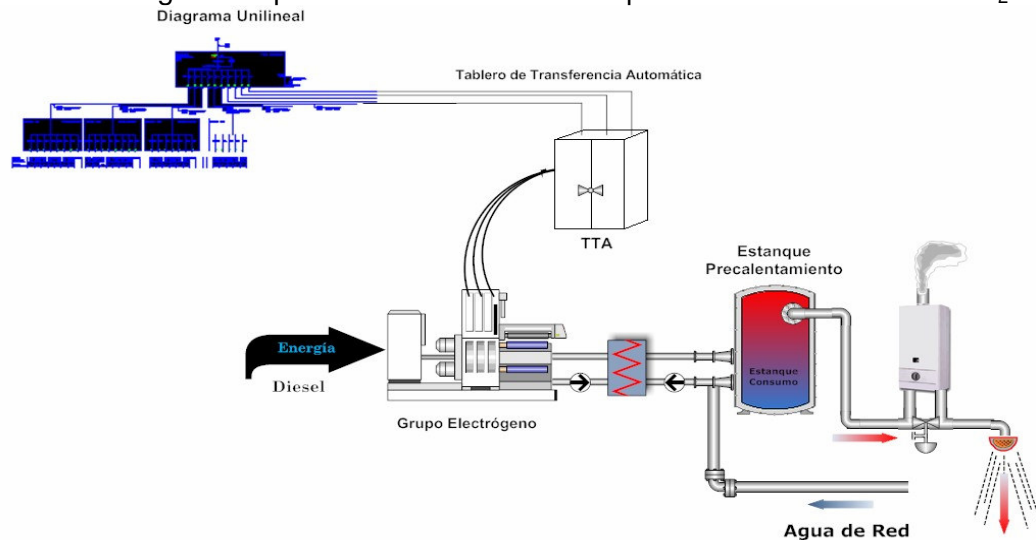
Cogeneración – Calor y electricidad combinados:

- Sistemas de energía eficientes en el sitio que generan energía eléctrica y energía térmica a fin de producir calor, vapor y aire acondicionado mientras reducen los gases de efecto invernadero.
- La cogeneración, o calor y electricidad combinados, es la producción de dos tipos de energía – por lo general electricidad y calor – a partir de un solo combustible. Los sistemas pueden funcionar a gas natural o diesel. Generalmente, involucran un grupo electrógeno con motor reciprocante que produce electricidad y un sistema de recuperación de calor para capturar el calor de desecho de los sistemas de enfriamiento del motor.

- Al capturar y utilizar el calor de desecho, estos sistemas consumen hasta el 50% del combustible quemado por una central eléctrica para producir una cantidad equivalente de energía. Debido a que las emisiones de gas de efecto invernadero están directamente relacionadas con la cantidad de combustible quemado; la producción de CO₂ también se reduce considerablemente.

Otros beneficios incluyen:

- Mayor confiabilidad de su suministro eléctrico.
- Fácil expansión e instalación del sistema.
- Elegibilidad para “créditos de carbono” por menos emisiones de CO₂.



Esquema General Sistema Cogeneración Propuesto.
Fuente: Prevent.

2.7.3. Ahorro de Energía y Perfil de Consumo

Con una metodología de autogeneración adecuada la demanda en horas de punta será anulada. Debido a que la planta funciona hasta las 19:00 horas, evaluaremos el funcionamiento de generador por dos horas diarias, hasta las 20:00 horas.

El aporte anual de energía incorporada al agua caliente sanitaria utilizada será de 17.267 Kwh-th, mediante la utilización de intercambiador de calor, que tendrá una eficiencia del 80%, permitiendo recuperar el 50% de la energía combustionada y disipada a través del radiador.

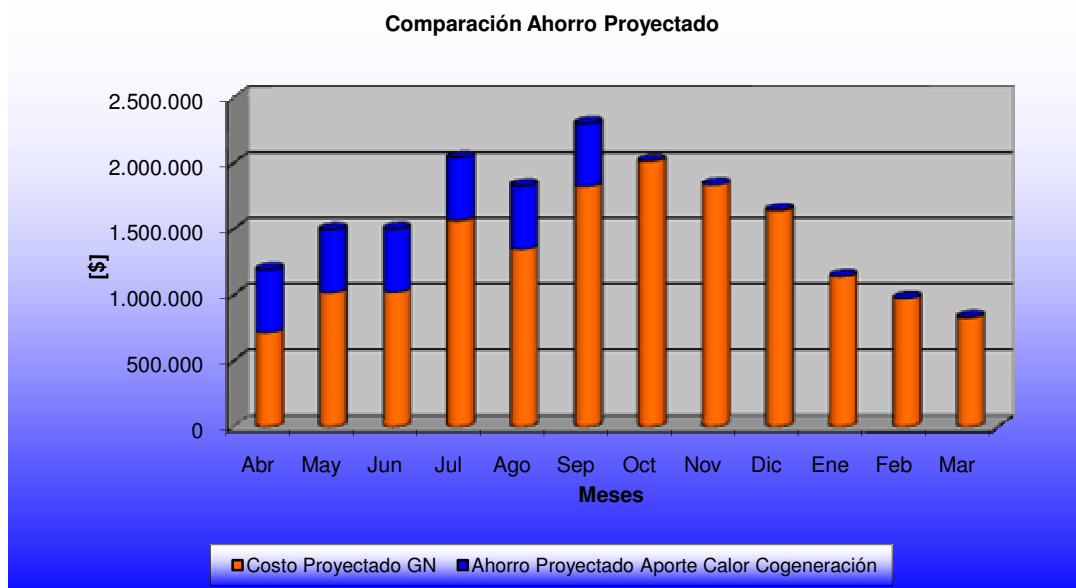


Figura 5:

Ahorro Proyectado GN.

a. Cálculo de ahorros de cogeneración

Para calcular los ahorros del sistema de reemplazo de potencia en horas de punta, es necesario estimar el petróleo que se utilizará durante las horas de generación del periodo de invierno. Mediante la demanda leída en los meses de invierno, podemos tomar la máxima demanda de potencia y calcular la energía consumida durante ese periodo.

DEMANDA EN KW MESES INVIERNO PERIODO 2008-2009						
MES	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08
DDA (kW)	62,0	62,0	54,0	55,0	93,0	42,0
Energía (kWh)	2.182,4	2.182,4	1.900,8	1.936,0	3.273,6	1.478,4

Tabla 3: Demandas meses de invierno, energía eléctrica generada estimada.

Considerando que la eficiencia del grupo electrógeno es aproximadamente del 30% tenemos que el petróleo necesario para generar esta energía es:

Determinación del Consumo de Petróleo		
Variable	Factor de Cálculo	Cantidad
Energía Total Generada	FD=0.8%	12.954 kWh
Petróleo Requerido	$\eta=30\%$	3.974 Lt.

De ésta manera, el gasto anual por autogeneración queda expresado por la tabla 4.

OPCIÓN COGENERACIÓN				
Parámetro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total
Energía	KWh	435.836	\$ 69	30.073.402
Demanda Máxima Fuera de Punta	KW	1.938	\$ 508	984.504
Demanda Máxima Horas Punta	KW	-	\$ 5.624	-
Petróleo	Lt	-3.974	\$ 350	-1.390.774
TOTAL				32.448.679

Tabla 4: Costo por opción de cogeneración.

Por lo tanto el ahorro anual logrado mediante la autogeneración es de:

AHORRO POR COGENERACIÓN	
Gasto Actual	\$ 35.200.040
Gasto proyectado con Cogeneración	\$ 32.448.679
Ahorro	\$ 2.751.361

b. Cálculo Ahorro Reemplazo Calefón

Del Informe de Auditoría se obtuvieron los siguientes datos:

RESUMEN DE CÁLCULO DE AHORRO DE ENERGÍA PLAN DE MANTENIMIENTO – CALEFÓN	
Ítem	Valores
Gasto Anual	\$ 1.663.720
Energía Producida	35.243 Kwh-th
Eficiencia Calefón Máxima	50%
Eficiencia Actual del Calefón	49%
Energía Aportada al Sistema	17.269 Kwh-th

AHORRO POR INSTALACIÓN INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Gasto Actual	\$ 1.663.720
Gasto proyectado con Cogeneración	\$ 0
Ahorro Económico	\$ 1.663.720
Ahorro Energético	35.243 Kwh-th Producidos

c. Ahorro Total

AHORRO POR INSTALACIÓN INTERCAMBIADOR DE CALOR	
Ahorro por Cogeneración	\$ 2.751.361
Ahorro por Intercambiador Calor	\$ 1.663.720
Ahorro Total	\$ 4.415.081

2.7.4. Cálculo de Inversión en proyecto de mejora.

Según lo expuesto, se debe contemplar una inversión inicial de \$ 23.975.500 por un grupo electrógeno, un sistema de transferencia automática horario, estanque de petróleo e instalación del intercambiador de calor, según el siguiente detalle:

Valorización de la Inversión de la Mejora	
Detalle	Monto (\$)
Generador 200 kVA PRIME + Tablero de Transferencia	15.550.000
Gabinete Insonorizado	2.100.000
Estanque de Petróleo	1.500.00
Instalación Equipos	2.500.000
Intercambiador de Calor de Placas	825.000
1 Estanque de Acumulación de ACS de 1.000 lt más accesorios	1.200.000
Implementación	300.500
Total Inversión Inicial	23.975.500

2.7.5. Indicadores Financieros

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Paneles
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo
Ahorro por cambio Tecnológico	35.243 Kwh-th \$ 4.415.081
Menos: Gasto Anual Mantenición y MOD (1)	\$ 900.000
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 407.584
Ahorro Neto	\$ 3.922.665
Inversión Inicial	\$ 23.975.500
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo	\$ 959.020

Nuevo (4% del Valor Neto)	
Inversión Neta	\$ 23.016.480
Vida Útil	10 Años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 35.150.810

(1) Se requiere de mantención cada 2 meses, valorizada cada una en \$ 300.000. El personal de planta es capaz de manejar la operación del equipo.

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	5,87 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 987.817
TIR (10 años)	11%

2.7.6. Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto de Cogeneración para precalentar el Agua de Frugo se considera técnicamente conveniente por los siguientes motivos:

- Mezcla dos alternativas, que en conjunto permiten generar un importante ahorro anual.
- La Cogeneración representa la Utilización de una energía antes desperdiciada.
- Ahorro en el consumo de GN de ACS.
- Disminución en los costos por consumo de Energía Eléctrica.

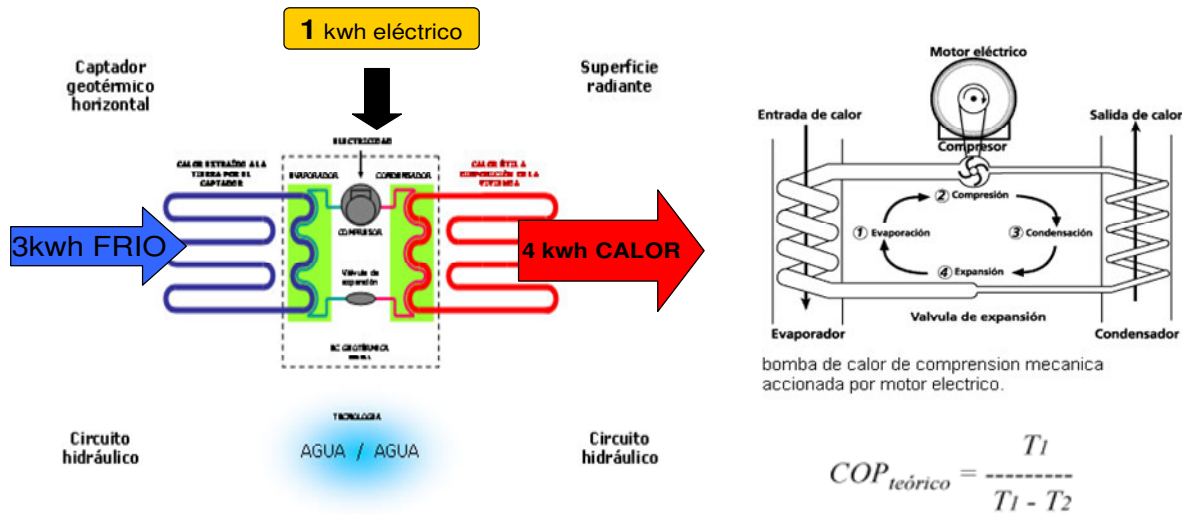
Desde el punto de vista financiero, de las alternativas estudiadas, con resultados en los indicadores financieros positivos, es la menos atractiva, por su alta inversión y periodo de recuperación del mismo, avalada por los indicadores una TIR de un 11% y un VAN de \$ 987.817.

2.8. Recuperación de calor del Chiller

En el enfriamiento del agua en el chiller de FRUGO, las calorías extraídas al agua son disipadas al ambiente por el condensador. Se propone recuperar esas calorías por medio de un sistema de intercambiador de calor con un estanque de agua. De esta manera se logra obtener energía como calor, la cual puede ser utilizada en el remplazo de un porcentaje del agua caliente sanitaria (ACS), logrando un ahorro en Gas Natural de los calefón.

2.8.1.Principio de la bomba de calor y balance energético

Bombas de Calor Aerotermicas.



PROYECTOS ELECTRICOS

PROYECTOS DE CLIMATIZACIÓN

PROYECTOS DE CLIMATIZACIÓN

PREVENT LTDA
PROYECTOS TÉRMICOS

El COP de Calor del Chiller se encuentra calculado en **Anexo F** nos permite conocer la relación de energía consumida por el compresor en relación con la energía de frío retirada al enfriar el agua.

El balance energético de la bomba de calor debe igualar la energía consumida por el compresor de la bomba de calor más la cantidad de frío producido, con el calor disipado en el condensador del Chiller.

Conociendo la cantidad de frío producida en el año y la energía eléctrica utilizada para este efecto, podemos calcular el calor disipado en los condensadores del chiller.

CÁLCULO DE LA ENERGÍA DISIPADA CONDENSADORES CHILLER

Variables a Considerar	Valores
Energía Eléctrica Consumida por el Chiller (anual)	68.092 KWh
Valor Monómico del kWh	\$ 82,33 kWh
Gasto en Energía Eléctrica Chiller	\$ 5.606.014
COP de Calor Chiller	4.41 veces
Energía disipada por Chiller	300.286 KWh-th

2.8.2. Características del Sistema

Otros beneficios incluyen:

- Aprovechamiento de una fuente de calor que permite la reducción de consumo de Combustibles fósiles, generando un ahorro económico importante.
- Fácil expansión e instalación del sistema.
- Elegibilidad para “créditos de carbono” por menos emisiones de CO₂.

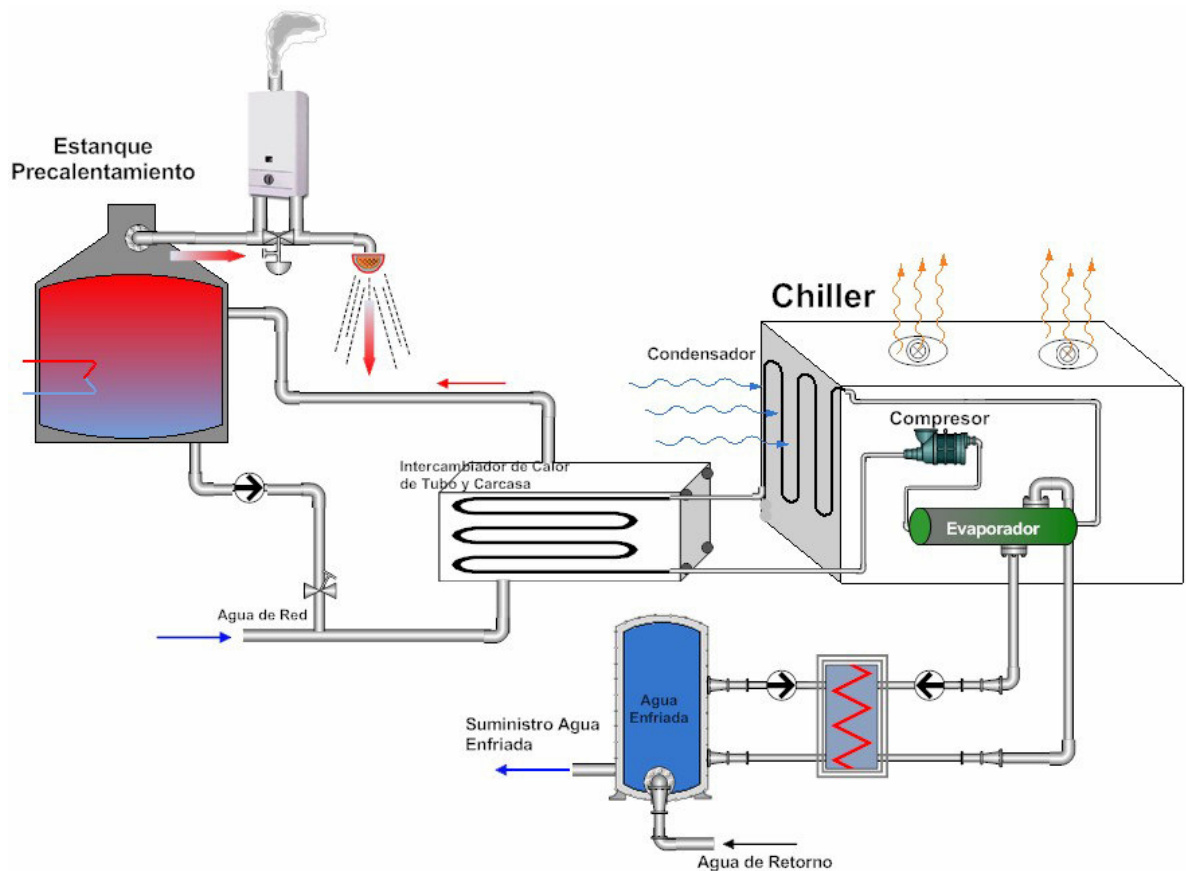


Imagen referencial: Sistema de Recuperación de calor del Chiller.

2.8.3. Consumo Proyectado

- Se pretende recuperar, el 20% de la energía térmica disipada en los condensadores del chiller para precalentar el agua caliente sanitaria.
- Según lo expresado anteriormente la energía disipada anual por el chiller es de 300.286 kWh ; el 20 % será de 60.057 kwh. Debido a que el agua solo puede ser elevada hasta los 45 °C por las temperaturas alcanzadas en el condensador, estimamos posible lograr un apoyo del 80% de la cantidad de calor en el agua requerida :

CONSUMO PROYECTADO	
Variables a Considerar	Valores
Energía disipada por Chiller (anual)	300.286 Kwh-th
Recuperación de Calor Condensador (20%)	60.057 Kwh-th
Temperatura Máxima del Agua	45°C
Apoyo al Sistema del Agua Caliente Sanitaria	80%
Aporte de Energía Calefón	17.269 Kwh-th
Aporte Condensador (80%)	13.815 Kwh-th

2.8.4.Cálculo de ahorros.

AHORRO POR IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDA	
Variables a Considerar	Valores
Aporte Condensador (80%) (Ahorro Energético)	13.816 Kwh-th
Valor Kwh-th Aportado por Calefón	\$ 78,6 Kwh-th
Ahorro Económico (anual)	\$ 1.085.938

2.8.5.Cálculo de Inversión en proyecto de mejora.

La Inversión consiste en instalar 1 Intercambiador de Placas, más un Estanque de Acumulación de ACS de 1.000 [L]. Los ítems a considerar en la inversión son:

Valorización de la Inversión de la Mejora	
Detalle	Monto (\$)
1 Intercambiador de Placas marca INRA	950.000
1 Estanque de Acumulación de ACS de 1.000 lt. más accesorios	1.200.000
Implementación	370.400
Total Inversión	2.520.400

2.8.6. Indicadores financieros.

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES FINANCIEROS	
Detalle	Paneles
Inversión o Gasto (Beneficio Tributario del 4% por Compra de Activo Fijo Nuevo (*))	Activo Fijo
Ahorro por cambio Tecnológico	13.816 Kwh-th
	\$ 1.085.938
Menos: Gasto Anual Mantención y MOD (1)	\$ 0
Más: Proporción anual de Depreciación considerando Beneficio Tributario (17% x Dep anual)	\$ 42.847
Ahorro Neto	\$ 1.128.785
Inversión Inicial	\$ 2.520.400
Beneficio Tributario por Compra de Activo Fijo Nuevo (4% del Valor Neto)	\$ 100.816
Inversión Neta	\$ 2.419.584
Vida Útil	10 Años
Flujo de Caja Ahorros (10 años)	\$ 10.859.380

(*) Dada la naturaleza de la mejora, se debe detallar en su facturación que se trata de un intercambiador de calor.

Indicadores Financieros	
Periodo de Recuperación de la Inversión	2,14 años
VAN (tasa de descuento 10% a 10 años)	\$ 4.105.737
TIR (10 años)	46%

2.8.7. Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto de Recuperación de calor del chiller para precalentar el Agua Caliente Sanitaria (ACS) de Frugo se considera conveniente, desde el punto de vista técnico y financiero, por los siguientes motivos:

- Recuperar el calor que se disipa en el chiller, permitiendo generar un ahorro del 80% de la energía aportada para calentar agua sanitaria, haciendo más eficiente el sistema de agua fría para pausterizado.
- La Recuperación del calor del chiller representa la Utilización de una energía antes desperdiciada.
- Nos permite disminuir la huella de carbono generada al quemar Gas Natural.
- Los ahorros generados permiten recuperar la inversión en un periodo de 2,14 años, obteniendo resultados positivos en el los indicadores financieros relevantes de evaluación de esta medida (TIR y VAN).

ANEXO A
CÁLCULO DE LA ENERGÍA DISIPADA EN CAÑERÍAS DE AGUA CALIENTE Y FRÍA
CON AISLAMIENTO TÉRMICO

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS CON AISLAMIENTO TÉRMICO

Simbología	
Código	Instancia
A	Exterior
B	Interior
D	Bajo Tierra
1	Con influencia externa
2	Sin influencia externa
2",3",4".....	Diámetro de cañería
F	Agua fría
C	Agua caliente
V	Verano
I	Invierno
E	Aislada

Pérdidas en Cañerías de Agua Fría con Aislamiento Térmico						
n°correlativo	Código		Ø		Descripción	Perd. Kcal Proyectada
						Kcal
13	B	2	2"	C	Sala de caldera a Galpón	504.127
14	B	2	2"	C	Galpón a sala de calderas	504.127
15	B	2	2"	C	Galpón a Laboratorio	6.893.677
16	B	2	2"	C	Laboratorio a Galpón	6.893.677
17	B	2	2"	C	Entrada laboratorio Pasteurizado 1	1.918.885
18	B	2	2"	C	Pasteurizado 1 Entrada laboratorio	1.918.885
19	B	2	2"	C	Entrada laboratorio a pasteurizado 2	5.704.169
20	B	2	2"	C	Pasteurizado 2 a entrada laboratorio	5.704.169
					TOTAL	30.041.717

Pérdidas en Cañerías de Agua Caliente con Aislamiento Térmico						
n °correlativo	Código		Ø		Descripción	Perd. Kcal Proyectada
						Kcal
1	A	2	21/2"	F	Salida del chiller	4800
2	A	2	21/2"	F	Entrada al chiller	4800
3	A	1	21/2"	F	Línea chiller filtro	17.644
4	A	1	21/2"	F	Línea filtro Chiller	6.959
5	A	2	21/2"	F	Filtro a bba de recirculación frío.	113.596
6	A	2	21/2"	F	bba de recirculación frío a filtro	113.596
7	A	2	21/2"	F	bba de recirculación frío a frigorífico	204.103
8	A	2	21/2"	F	Frigorífico a bba de recirculación	204.103
9	B	2	21/2"	F	Frigorífico a sala de laboratorio	7.047.336
10	B	2	21/2"	F	Laboratorio a frigorífico	7.047.336
11	B	2	2"	F	Entrada laboratorio pasteurizado	122.769
12	B	2	2"	F	Pasteurizado entrada laboratorio	122.769
					TOTAL	15.009.815

ANEXO B
CATÁLOGO CALDERAS A PELLETS

ANEXO C
CATÁLOGO CALDERAS CONDENSACIÓN

ANEXO D
PANELES SOLARES

ANEXO D
Tabla de Radiación Solar y Porcentaje de Aporte.

Energía Diaria [kWh] para ACS Cifras mensuales	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Radiación [kWh/día] por m2 horizontal	6,999	5,375	4,906	3,280	2,101	1,612	1,992	3,055	3,849	5,117	6,380	7,245
Factor de eficiencia del colector	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Factor por inclinación del panel	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Superficie en [m2] por colector	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56
Nº de colectores a instalar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Energía requerida mensual [kWh]	1.273,6	1.122,6	1.304,0	1.313,8	1.473,5	1.521,7	1.669,1	1.703,9	1.600,7	1.582,2	1.372,0	1.334,4
Ahorro mensual [kWh]	1.233,1	855,3	864,3	559,3	370,2	274,8	350,9	538,2	656,3	901,6	1.087,8	1.276,4
% de aporte solar mensual	96,8	76,2	66,3	42,6	25,1	18,1	21,0	31,6	41,0	57,0	79,3	95,6
Ahorro mensual en \$	118.894	82.462	83.337	53.928	35.694	26.500	33.837	51.890	63.281	86.929	104.880	123.064

Energía requerida anual [kWh]	17.272
Ahorro anual [kWh/año]	8.968
Ahorro anual en [\$ /año] considerando el 49% de Eficiencia de los Calefones	864.612
Ahorro anual de GN en [M3] considerando el 49% de Eficiencia de los Calefones	1.692
% Global anual de energía que aporta la planta térmica solar	52

$$1.439 \left[\frac{kWh}{\text{promedio mensual}} \right]$$

$$47 \left[\frac{kWh}{\text{día}} \right]$$

Fuente: Estudio UTFSM; Radiación solar por zona.

ANEXO E
FICHA TÉCNICA BOMBA DE CALOR