



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MINATITLAN

TESIS

“APLICACIÓN DE AUDITORIA ENERGÉTICA A  
PLANTA PROCESADORA DE AVES  
COATZACOALCOS DE LA EMPRESA BACHOCO S.A.  
DE C.V.”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO EN INGENIERÍA ENERGÉTICA

PRESENTA:

RICARDO REYES FUENTES

ASESOR:

DR. ROBERTO RAMÍREZ MESA



Minatitlán, Veracruz, Mexico. Mayo del 2009

## **DEDICATORIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A MIS PADRES.

Por el apoyo incondicional que han brindado durante toda mi vida, un reconocimiento por el cariño y los valores que me inculcaron desde pequeño y por alentarme a seguir trabajando y superándome.

De todo corazón Gracias!

A MIS PROFESORES

Por el gran apoyo brindado para la realización de este trabajo, por el conocimiento que con paciencia han sabido brindar y por que mas que profesores son amigos que sus consejos han dejado huella en mi.

## **NOMENCLATURA**

## NOMENCLATURA

$C_p$	Capacidad calorífica a presión constante
$C_v$	Capacidad calorífica a volumen constante
$h$	Entalpía
$h_0$	Entalpía asociada al estado muerto
$s$	Entropía
$s_0$	Entropía asociada al estado muerto
$e$	Exergía
$E$	Flujo exergético
$m$	Flujo másico
$N$	Potencia producida o transmitida.
$N_{ex}$	Potencia exergética
$Q$	Calor absorbido, cedido o producido en los sistemas.
$W$	Trabajo aplicado por o sobre el sistema.
$\eta$	Eficiencia, puede ser térmica, mecánica, eléctrica, de expansión o exergética según sea el caso.

## **PALABRAS CLAVE**

## **PALABRAS CLAVE**

Aislamiento Térmico

Alta Eficiencia

Arranque Suave

Auditoría

Corrientes Reactivas

Eficiencia Energética

Entalpía

Entropía

Exergía

Factor de Potencia

Gases Producto de la Combustión (GPC)

Generador de Vapor

Potencia Eléctrica

Termoeconomía

Trampa de Vapor

Vapor

Volumen de Gases

# ÍNDICE



# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	14
<b>ABSTRACT</b> .....	16
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	18
<b>CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	
1.1 Historia.....	24
1.2 Misión y Visión.....	25
1.3 Perfil de la Compañía.....	25
1.4 Ubicación de la Planta.....	25
1.5 Descripción de la Planta.....	26
1.6 Producción anual.....	27
<b>CAPITULO II. FUNDAMENTO DE LAS AUDITORIAS ENERGETICAS Y FOMENTO EN MEXICO</b>	
2.1 Historia de las Auditorías Energéticas y el Uso Racional para el Ahorro de la Energía.....	31
2.2 Las Auditorías Energéticas en México.....	33
2.3 Acciones del Gobierno Mexicano para el Ahorro de Energía y la Aplicación de Evaluaciones Energéticas.....	34
2.4 Principales Áreas de Oportunidad para el Ahorro de Energía Significativo en la Industria.....	36
2.4.1 Factor de Potencia.....	36
2.4.2 Aislamiento Térmico.....	40
2.4.3 Motores Eléctricos de Alta Eficiencia.....	40
2.4.4 Secuencias de Arranque y Dispositivos para su Aplicación.....	45
2.4.5 Optimización de Energía en Iluminación.....	45
<b>CAPITULO III. DESARROLLO DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA</b>	
3.1 Presentación.....	55
3.2 Datos Generales.....	56
3.3 Datos de Producción.....	57
3.4 Datos Energéticos Generales.....	58
3.5 Diagrama de Bloques de Proceso.....	60
3.6 Análisis del Factor de Potencia.....	61
3.7 Auditoría Energética a Red de Vapor.....	66
3.7.1 Análisis Energético Integral del Generador de Vapor.....	66

3.7.2 Análisis Exergético y Termoeconómico del Generador de Vapor...	86
3.7.3 Análisis de Ahorro por Aislamiento en Tanque de Almacenamiento.....	89
3.7.4 Propuesta Cambio de Trayectoria de Tubería del Cabezal de Vapor a Escaldadora.....	93
3.7.5 Auditoría de Trampas de Vapor.....	98
3.8 Auditoría a Motores Eléctricos.....	103
3.9 Auditoría a Iluminación.....	114
3.10 Auditoría a Aire Acondicionado.....	117
<b>CAPITULO IV RESULTADOS</b>	
4.1 Resultados.....	121
4.2 Conclusiones.....	125
4.3 Recomendaciones.....	126
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	129
<b>ANEXOS.....</b>	132

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ejemplo de Sobredimensionamiento.....	41
Figura 2.2 Característica par-corriente velocidad de un ventilador regulación 1500/3000 rpm.....	42
Figura 2.3 Distribución de pérdidas originadas en motor eff 185 kw Rendimiento 92.2%.....	43
Figura 2.4 Ejemplo de Arranque Suave.....	47
Figura 3.1 Factor de Potencia por mes.....	63
Figura 3.2 Costo de Factor de Potencia Mensual.....	63
Figura 3.3 Caldera Cleaver Brooks.....	69
Figura 3.4 Gráfica para el cálculo de la temperatura límite.....	73
Figura 3.5 Entalpía de los productos de la combustión.....	80
Figura 3.6 Esquema de entradas y salidas del Generador de Vapor.....	86
Figura 3.7 Tanque Receptor de Combustóleo.....	90
Figura 3.8 Aislamiento del Tanque receptor de combustóleo.....	90
Figura 3.9 Daño en Estructura por corrosión.....	91
Figura 3.10 Aislamiento deteriorado.....	91

Figura 3.11 Cabezal No. 2 de Vapor.....	93
Figura 3.12 Fuga de Vapor en Brida.....	94
Figura 3.13 Fuga de Vapor en Válvula.....	94
Figura 3.14 Instalación Actual de línea de alimentación de vapor a la Escaldadora	95
Figura 3.15 Propuesta de instalación de línea de alimentación de vapor.....	95
Figura 3.16 Motor de Compresor # 4 N4WB-II de Amoniaco.....	105
Figura 3.17 Motor de Bomba # 2 de Torre de Enfriamiento.....	106
Figura 3.18 Motor de la Bomba de Vacío Nash.....	107
Figura 3.19 Motor del Compresor de Aire Joy.....	108
Figura 3.20 Motor del Soplador de Aire de Escaldadora.....	109
Figura 3.21 Motor del Soplador de Aire de Chiller.....	110
Figura 3.22 Motor del Tambor de la Trituradora de Hielo No. 1.....	111
Figura 3.23 Equipo de Ventana Mca Carrier.....	117
Figura 3.24 Equipo de Ventana Mca LG.....	118
Figura 4.1 Distribución del consumo por tipo de energía.....	121
Figura 4.2 Costo por tipo de Energía.....	121
Figura 4.3 Distribución Energética por uso.....	122
Figura 4.4 Distribución de Energía Eléctrica.....	122
Figura 4.5 Ahorro Estimado.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Declaración de variables.....	22
Tabla 2.1 Niveles de Iluminación.....	49
Tabla 2.2 Relación entre la temperatura de color correlacionada y el aspecto cromático.....	50
Tabla 2.3 Aplicaciones en función de la calidad de luz.....	51
Tabla 2.4 Eficiencia luminosa y vida útil para diferentes tipos de lámparas.....	53
Tabla 3.1 Historial de factor de potencia.....	61
Tabla 3.2 Costo de cargos y bonificaciones por factor de potencia.....	62
Tabla 3.3 Demanda promedio de los últimos 3 meses.....	64

Tabla 3.4 Factor de potencia de los últimos 3 meses.....	65
Tabla 3.5 Corrección del factor de potencia, factor de potencia deseado.....	65
Tabla 3.6 Tirantes de la Caldera.....	67
Tabla 3.7 Aberturas y Conexiones de Caldera.....	68
Tabla 3.8 Válvulas de seguridad de la caldera.....	68
Tabla 3.9 Controles de presión de la caldera.....	69
Tabla 3.10 Datos de operación de caldera.....	70
Tabla 3.11 Composición del combustóleo.....	71
Tabla 3.12 Composición del Aire.....	71
Tabla 3.13 Valores calóricos y volúmenes.....	77
Tabla 3.14 Entalpías de los gases.....	79
Tabla 3.15 Entalpía de los productos de la combustión.....	79
Tabla 3.16 Calores específicos del combustóleo.....	81
Tabla 3.17 Pérdidas de calor por incombustión química.....	82
Tabla 3.18 Resumen por tipo de trampa.....	108
Tabla 3.19 Resumen por fabricante de trampa.....	100
Tabla 3.20 Resumen por tipo de aplicación de trampa.....	100
Tabla 3.21 Resumen por condición de operación de trampa de vapor.....	101
Tabla 3.22 Reporte de trampas con estado de falla.....	102
Tabla 3.23 Motores con elevados consumos de energía.....	104
Tabla 3.24 Tarifa HM en horario de verano.....	112
Tabla 3.25 Tarifa HM en horario de invierno.....	112
Tabla 3.26 Tiempo de trabajo por horario.....	112
Tabla 3.27 Consumo de energía eléctrica por horario.....	113
Tabla 3.28 Costo de energía eléctrica por horario.....	113
Tabla 3.29 Costo de facturación por cada horario.....	113
Tabla 3.30 Ahorro con motores de alta eficiencia.....	114
Tabla 3.31 Censo de luminarias por área.....	114
Tabla 3.32 Resumen por tipo de luminaria.....	116
Tabla 3.33 Equipos de aire acondicionado por área.....	117
Tabla 3.34 Ficha técnica de equipos carrier.....	118
Tabla 3.35 Ficha técnica de equipos LG.....	118

Tabla 4.1 Resumen de propuestas de auditoría..... 123

Tabla 4.2 Ahorro estimado en energía eléctrica..... 123

Tabla 4.3 Ahorro estimado en energía térmica..... 124

## **RESUMEN**

## **RESUMEN**

Este trabajo es un estudio completo de la utilización de la Energía en la Planta Procesadora de Aves Coatzacoalcos de la Empresa Bachoco, S.A. de C.V. para el cual fue necesario la recavación de datos de historiales energéticos, gastos en combustibles y energía eléctrica, toma de datos en campo y mediciones en equipos y líneas de toda la planta.

Con la realización de este trabajo se pretende llevar a cabo un plan de acción para tener un uso eficiente de la energía en la Planta Procesadora, con esto se reducen principalmente los costos de producción, se contribuye al cuidado del Medio Ambiente, y al mismo tiempo se crea una conciencia en los colaboradores del uso correcto de la energía.

El nacimiento de la cultura del Ahorro de Energía y el uso eficiente de los recursos es prioritario que tenga un desarrollo en todo México, por lo que se espera que estos documentos sirvan también para otras organizaciones y que la práctica de auditorías energéticas se vuelva tan importantes como lo son las auditorías de calidad en este momento para la mayoría de las empresas.

Es necesario iniciar con esta práctica, nosotros ya lo estamos haciendo.

## **ABSTRACT**



## **ABSTRACT**

This work is a complete study of the utilization of the Energy in the Process Plant of Birds Coatzacoalcos of the Bachoco Company, for which was necessary the collect of information of energetic records, costs in fuels and electric power, capture of information in field and measurements in equipments and lines of the whole plant.

With the accomplishment of this work one tries to carry out a plan to have an efficient use of the energy in the Process Plant of birds, with this the costs of production diminish principally, it is contributed to the care of the Environment, and at the same time one believes a conscience in the collaborators of the correct use of the energy.

The birth of the culture of the Saving of Energy and the efficient use of the resources is priority that has a development in the whole Mexico, for what hopes that these documents serve also for other organizations and that the practice of energetic audits becomes so important as they it are the quality audits at this moment for the majority of the companies.

It is necessary to initiate with this practice, we already are doing it.

## **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Para la Producción de Alimentos se requiere de Energía Eléctrica para todos los equipos como son motores y aparatos electrónicos que se utilizan en la planta, se requiere también de la quema de combustibles para la generación de vapor para tener en ciertas condiciones algunos procesos de producción necesarios para la obtención del producto final. A lo largo de todo este proceso de producción en el cual todo el tiempo interviene la energía, se han descuidado algunas cosas importantes para el uso eficiente de la energía, para lo cual se hace necesario un estudio de evaluación del uso de la energía en la producción, de esta manera se pretende tener una visión de cuanto y como se está utilizando la energía en las instalaciones.

El estudio de Auditoría Energética consta fundamentalmente de 4 pasos,

1) La recavación de información; durante esta etapa se requiere del apoyo de todo el personal de la empresa, desde el los operarios de cada equipo hasta el personal administrativo y gerencia, esto es debido a que se necesita tener acceso a información como facturación de energía eléctrica, facturación de combustibles utilizados en la planta, distribución de los equipos y servicios de la planta, bitácoras de equipos, procedimientos de operación, etc. Durante esta etapa se encuentran algunas dificultades con datos que probablemente anteriormente no se han tomado, o con datos que se necesitan tomar y monitorear en campo, y muchos otros estimar y calcular, etc. Probablemente este sea el paso más tardado, pero depende de esta etapa la cantidad y calidad de la información, lo que va a tener un impacto en el resultado y la generación de los planes de acción para su mejora. EL tiempo a invertido en este paso es difícil estimar pero tiene que ser el necesario hasta obtener la información adecuada para tener un estudio de auditoría energética exitoso.

2) El análisis de los datos Obtenidos. Este paso requiere de un poco mas de la aplicación de la experiencia y los conocimientos del auditor así como su facilidad para la interpretación de los datos que de métodos escritos, se requiere estudiar bien cada uno de las características del proceso y funcionamiento de lo equipos, para poder visualizar los puntos potenciales de ahorro de energía en cada lugar de la planta.

3) Generación de los Planes de Acción, Se deriva de la interpretación de los datos después de su análisis, es necesario centrar estos planes de acción en los rubros que tengan mayor impacto de ahorro, aunque haya muchos planes de acción para aumentar la eficiencia del uso de la energía, se debe dedicar un poco más de tiempo a aquellos en los cuales el ahorro \$ para la empresa sea el mayor, y aterrizar bien estos planes para que su aplicación sea la adecuada, con esto no se está dejando de lado los menos importantes, también es necesario hacer referencia de estos pues mientras más sean los planes de acción mayor será el impacto sinérgico del ahorro de energía.

4) Seguimiento a la Evaluación Realizada, una vez identificados los puntos sobre los cuales trabajar para el ahorro de energía de acuerdo a los planes de acción generados, se debe contar con un método con el que se pueda evaluar el ahorro, que los planes de acción se estén llevando a cabo y donde se puedan plasmar nuevos planes para conseguir un uso cada vez mas eficiente de la energía.

Durante los siguientes capítulos se desarrollan cada uno de los puntos antes mencionados, se incluyen los detalles encontrados y se plantea la estrategia a seguir para el uso eficiente de la energía en la Planta Procesadora de Aves Coatzacoalcos, de la Empresa BACHOCO, S.A. DE C.V.

### **OBJETIVO GENERAL**

Optimizar el uso de la energía en la Planta Procesadora de Aves, estimando al menos un 3% en el ahorro de facturación de energéticos.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Realizar de una completa Auditoría Energética a la Planta
- ✓ Identificar de Áreas o procesos con gran potencial de ahorro de energía
- ✓ Crear de un método de Evaluación para dar seguimiento a hacer mas eficiente el uso de la energía en la Planta

### **PROBLEMA CIENTIFICO AL QUE OBEDECE**

Obedece a la necesidad de hacer cada vez mas eficientes los procesos productivos para la aumentar la competencia en el mercado y situar a las empresas en una política del ahorro y de la producción de mas por menos, además de la gran ayuda que se da al Medio Ambiente al usar los recursos de manera adecuada y con

la conciencia de no desperdiciar energía, adquiriendo métodos y operaciones que contribuyan de manera significativa con la disminución del consumo de energéticos y la implantación de equipos mas eficientes que puedan justificar su inversión con el mismo potencial de ahorro que proponen contra tecnologías obsoletas.

### **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Es posible a partir de una Auditoría Energética obtener propuestas significativas para el ahorro de energía?

¿Podría calcularse en una Auditoría Energética el costo unitario de la generación de vapor?

### **VIABILIDAD ECONÓMICA**

En el caso de esta auditoría energética solo se requiere del costo de servicio del auditor, debido a que la planta cuenta con la mayoría de los aparatos de medición e información de los sistemas y equipos a medir, por lo que lo hace económicamente viable contra el potencial de ahorro que se tendrá con la aplicación de los planes de acción generados después del estudio.

### **VIABILIDAD TÉCNICA**

La Aplicación de las Auditorías Energéticas en la industria ha tenido un impacto positivo en todas las empresas que han aplicado este tipo de evaluaciones a sus instalaciones, debido a que se logran identificar las desviaciones de mayor potencia de ahorro de energía proponiendo soluciones que ya se encuentran estudiadas y de las cuales se tiene la experiencia de una viabilidad técnica por la aplicación en muchos tipos de proceso.

### **ANÁLISIS ECOLÓGICO E IMPACTO AMBIENTAL**

Todo ahorro de energía es sustancial en la protección del Medio Ambiente, ya que la mayoría de la energía producida en México es por la quema de combustibles fósiles, lo cual tiene un impacto negativo en el ambiente por las grandes cantidades de emisiones a la atmósfera de gases contaminantes. Al realizar Auditorías para conocer el uso y las desviaciones de los consumos de energía en una planta, se presentan propuestas para la corrección o la aplicación de una metodología o adecuación de instalaciones y procesos para eficientar el uso de la

energía sin comprometer la producción, esto siempre se tendrá un impacto positivo en el medio ambiente al proponer planes de acción que sean amigables al Ambiente.

### HIPÓTESIS

“Es posible que con las propuestas derivadas de la Auditoría Energética se pueda obtener un ahorro de energía de hasta un 3% sin comprometer la producción.”

“El costo del KW térmico producido en la caldera de la planta procesadora es mas caro que el KW eléctrico suministrado por CFE.”

### VARIABLES DE INVESTIGACION

*Tabla 1.1 Declaración de variables*

<b>Nombre de la Variable</b>	<b>Declaración Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Observaciones</b>
Ahorro Energético	Estimación de Ahorro de Energía por ajuste de proceso o cambio de equipo	Estimación de Ahorro por tipo de Energía	Variable dependiente cuantitativa	Esta variable se calcula a partir de la suma de las estimaciones de ahorro de cada propuesta emitida al final de la auditoría.
Ahorro Económico	Estimación de Ahorro en Facturación de Energía Eléctrica o de Combustibles	Ahorro de energía por su costo unitario	Variable dependiente cuantitativa	Esta variable se calcula a partir del ahorro de facturación que se tendrá por el ahorro de energía debido a las propuestas de auditoría
Inversión	Costo Estimado a invertir para obtener un ahorro de energía.		Variable independiente	Esta variable dependerá de la cantidad y tipo de propuestas que surjan de la auditoría y se estiman por cotizaciones de proveedores especialistas.

## **CAPÍTULO I**

# **CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

## **1.1 Historia**

Bachoco inicia como una pequeña granja de producción de huevo para plato en el Estado de Sonora, en el año de 1952. En 1963 Bachoco da sus primeros pasos de expansión, estableciendo operaciones en Navojoa, Son., los Mochis y Culiacán, Sin. Para 1971 Bachoco incursiona en el negocio de pollo de engorda en Culiacán, Sin. Y ya para 1974 Se inician operaciones en la región Bajío, en el estado de Guanajuato, ubicada en el centro del país, con la estrategia de atender el mercado de la ciudad de México y la zona centro del país. En 1992 Bachoco establece sus oficinas corporativas en la ciudad de Celaya, Gto. Y en 1993 con el objeto de participar en el mercado del Sureste de país, se adquiere un complejo en Tecamachalco en el estado de Puebla, esto con el fin de reforzar la estructura de producción en el centro del país, crear sinergías con el complejo de Celaya e incrementar la presencia en el mercado de occidente. Un año después Se adquiere un complejo ubicado en la región de Lagos de Moreno, Jal. En Septiembre de 1997 se lleva a cabo la primera oferta de acciones en los mercados financieros. Las acciones fueron listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (Bachoco UBL) y en la New York Stock Exchange (IBA), a través de American depositary Shares (ADS). A finales de 1999 se adquiere el entonces cuarto productor de pollo a nivel nacional: Campi, subsidiaria del grupo Desc con presencia en el estado de Yucatán y otros estados del Sureste, continuando con la estrategia de expansión y reforzando la cobertura nacional. Ya en el 2001 Bachoco consolida su presencia en el Estado de Veracruz mediante una asociación con Avícola Cotaxtla. A finales del año se adquieren los activos de la producción de huevo para plato de Avícola Nochistongo y Avícola Simón Bolívar a fin de reforzar la producción de dicha línea y lograr una cobertura nacional. Hoy Industrias Bachoco dedicado a la crianza, procesamiento y comercialización de productos avícolas, se ha desempeñado de manera tan exitosa que hoy, es la empresa avícola más grande de México y una de las diez principales empresas en el ramo a nivel mundial. Por último en el 2005 Bachoco adquiere operaciones de Sanjor, ubicadas en la región de la Península.<sup>6</sup>



## **1.2 Misión y Visión**

Misión:

Empresa de alto desempeño en el mercado del Tratado de Libre Comercio, con productos alimenticios de origen animal que logra la satisfacción de sus clientes, empleados y accionistas y contribuye de manera significativa con la sociedad.<sup>6</sup>

Visión:

Bachoco todos los días presente en la alimentación de los mexicanos.<sup>6</sup>

## **1.3 Perfil de la Compañía**

Industrias Bachoco fue fundada en 1952 por la familia Robinson Bours en el Estado de Sonora. Bachoco es el mayor productor y comercializador de productos avícolas en México, cuenta con cuatro líneas principales de producto: pollo, huevo, cerdo y alimento balanceado. Es una Compañía verticalmente integrada que controla todos los aspectos del proceso de producción y distribución lo cual le permite ejercer control sobre sus costos y mantener altos estándares de calidad, servicio y eficiencia, cuenta más de 700 centros de producción y distribución a lo largo del país. Las operaciones de la Compañía incluyen preparación de alimento, crianza de aves reproductoras, incubación de pollito, crianza de pollo de engorda, proceso, empaque y distribución de productos de pollo. En Septiembre de 1997, la Compañía realizó una oferta pública. Las Acciones de la Compañía se encuentran cotizando en la Bolsa Mexicana y de Valores bajo el símbolo UBL, y en el New York Stock Exchange con el símbolo IBA. En el año 2004, la Compañía registro ventas por \$11,328 millones de pesos, representados por 78.8% en pollo, 10.7% en huevo, 6.6% en alimento balanceado y 3.9% en cerdo y otros.<sup>6</sup>

## **1.4 Ubicación de la Planta**

La Planta Procesadora de Aves pertenece a la División Istmo y se encuentra ubicada en La ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, Carretera Transistmica KM. 7.5 col Elvira Ochoa de Hernández, cuenta con las Oficinas Divisionales, Oficinas de Transportes, Taller General de Vehículos, La Planta Procesadora de Aves, Una Planta de Rendimientos, una planta de Tratamientos de aguas y una Fábrica de Hielo en Barras. Siendo de las plantas como esta la mas cerca en Tecamachalco Puebla.<sup>6</sup>

### **1.5 Descripción de la planta**

La planta procesadora de aves tiene capacidad para procesar 6000 aves por hora, pero su producción depende de los factores del mercado, estrategias de venta y disposición de la producción de pollo por parte de las granjas. La materia prima de la planta procesadora, son las aves que suministran las granjas de la misma empresa y que se encuentran situadas a lo largo de la región sureste del país, contando con 45 granjas desde Chontalpa Tabasco hasta Juanita Veracruz. Estas granjas a su vez se apoyan en el suministro de la planta incubadora que se encuentra en la localidad de Chinameca Veracruz, y una planta de alimentos balanceados que le proporciona la variedad de alimentos necesarios durante el crecimiento del ave.

Una vez que el ave es destinada a ser procesada en la planta se elige el tipo de línea como la que se va a procesar debido a las características de cada tipo de mercado y cantidades a procesar. El proceso se divide en cuatro partes, las cuales son: La matanza, El Eviscerado, El empaque y la Conservación en cámaras frigoríficas. Por otro lado de toda la materia del ave que se extrae del pollo al momento de ser procesado como son, plumas, vísceras y sangre principalmente, se envía a una planta denominada "Rendimientos" en la cual toda esta materia se procesa para convertirla en harina por medio de unos equipos llamados cocedores, los cuales son hidrolizadores que operan a base de vapor con el cual hidrolizan la materia hasta que toma una consistencia de harina, esta harina se vende para base de otros alimentos balanceados para animales por su alto contenido de proteínas. Se cuenta también con una planta de tratamientos de aguas, en la cual se trata toda el agua proveniente del proceso y de diferentes actividades de higiene y propias de producción. Debido al tipo de proceso se utilizan grandes volúmenes de agua para la producción, por lo que se necesitó de una planta de tratamientos adecuada para toda el agua residual que genera la planta. Se cuenta también con una Fábrica de hielo en barras que opera con un sistema de refrigeración de amoníaco para la producción, esta planta es la mas nueva en cuanto a instalaciones y su principal función es abastecer de hielo para la conservación y traslado de producto.<sup>6</sup>

## **1.6 Producción Anual**

### **Ventas**

Las ventas netas durante 2007 fueron de \$18,219.6 millones, 17.2% más altas que los \$15,551.0 millones reportados en 2006. Esto debido a un incremento en ventas en todas nuestras líneas de negocio

### **Pollo**

Las ventas de pollo crecieron 17.3% comparadas con las ventas alcanzadas en el 2006. El incremento se debió a un incremento en precio de 8.3% reflejo de un mercado estable la mayor parte del año, mientras que el volumen creció 8.2%, debido a crecimientos orgánicos y los acuerdos de negocios en Hermosillo y Monterrey.

### **Alimento Balanceado**

En el 2007 las ventas de alimento balanceado crecieron 4.2% mientras que el volumen disminuyó en 9.4% en comparación con el 2006. El precio creció en 15.1% con respecto al año anterior, impulsado por los incrementos en el costo de los granos.

### **Huevo**

En el 2007, las ventas de huevo crecieron 22.2% respecto al 2006, debido a un incremento en precio del 18.5%, mientras que el volumen creció 3.1%. El crecimiento en ventas se debió a una oferta estable en la industria avícola mexicana y a que se logró que la mezcla de huevo empacado con identificación de marca haya sido mayor al 50%.

### **Cerdo**

En nuestra línea de cerdo obtuvimos un incremento en ventas del 24.3% y 31.5% en volumen, mientras que el precio se redujo en 5.5% en comparación con el año 2006. Lo anterior como consecuencia de una mayor oferta de estos productos en el mercado mexicano.

### **Costo de Ventas**

El costo de ventas consolidado fue de \$14.477.9 millones, un incremento de 20.1% con respecto al año anterior, como resultado de incrementos en el precio internacional de los granos, nuestros principales insumos.

#### Utilidad Bruta

La utilidad bruta como porcentaje de las ventas netas, fue 20.5% en 2007, comparado con 22.5% reportado en 2006, debido principalmente al incremento en el costo de ventas.

#### Gastos de Operación

Los gastos operativos ascendieron a \$2,245.5 millones, un incremento de 8.4% respecto al año anterior, debido principalmente al incremento en el volumen de ventas, estos gastos representaron el 12.3% de las ventas de la Compañía, una reducción respecto a los 13.3% del año 2006.

#### Utilidad de Operación

El resultado de operación consolidado fue una utilidad de \$1,496.3 millones, 4.9% superior a \$1,426.4 alcanzando en el 2006. El margen operativo fue de 8.2% en el 2007, inferior al 9.2% reportado el año anterior.

#### Costo Integral de Financiamiento

Tuvimos una ganancia de \$19.1 millones en el costo integral de financiamiento, principalmente por productos financieros.

#### Impuestos

En el 2007, los impuestos reconocidos fueron por \$312.7 millones.

#### Utilidad Neta

La utilidad neta consolidada fue de \$1,272.2 millones en 2007, con una utilidad por acción de \$2.12 pesos (\$2.33 dólares por ADR), comparada con \$1.51 (\$1.66 dólares por ADR) reportados en el año 2006.

#### Liquidez y Recursos del Capital

La liquidez continuó sólida durante el 2007, con efectivo e inversiones temporales por \$3,040.0 millones al 31 de diciembre de 2007. El capital de trabajo de la Compañía a la misma fecha fue de \$6,470.1 millones, \$761.4 millones más que lo reportado en el 2006, esto debido a mayores inventarios y mayores costos de nuestros insumos

La razón del activo circulante a pasivo circulante al cierre de 2007 fue 5.4 veces comparado con 5.9 veces que se tuvo al cierre de 2006.

Los inventarios fueron \$3,329.3 millones al 31 de diciembre de 2007, un incremento de \$1,105.2 millones con respecto al 31 de diciembre de 2006.

Los créditos bancarios a corto y largo plazo, incluyendo la porción circulante de deuda a largo plazo, representaron \$109.6 millones al 31 de diciembre de 2007.

El capital contable se incrementó a \$15,127.2 millones al 31 de diciembre de 2007, en comparación con \$14,103.0 millones que se tenían al mismo periodo del 2006.

Las inversiones de capital en 2007 ascendieron a \$991.7 millones, las cuales fueron financiadas completamente con recursos generados por la Compañía.<sup>6</sup>

## **CAPÍTULO II**

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTO DE LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS Y FOMENTO EN MEXICO**

### **2.1 Historia de las Auditorías Energéticas y el Uso Racional para el Ahorro de la Energía**

Las auditorías energéticas inicialmente se hicieron populares en dar respuesta a la crisis energética de 1973 y años posteriores. El interés en las auditorías energéticas ha aumentado recientemente como resultado de la creciente comprensión del impacto humano sobre calentamiento global y el cambio climático. Una nueva tendencia en la arquitectura llamada Arquitectura sustentable toma esta técnica como una de sus principales herramientas para obtener datos cuantitativos y no meramente conceptuales en la búsqueda de un hábitat sostenible.

Una crisis energética es una gran carestía (o una subida de precio) en el suministro de fuentes energéticas a una economía. Normalmente hace referencia a una disminución de la disponibilidad de petróleo, electricidad u otros recursos naturales. La crisis a menudo repercute en el resto de la economía, provocando una recesión en alguna forma. En particular, los costos de producción de electricidad crecen, lo que eleva los costos de las manufacturas. Para el consumidor, el precio de la gasolina (petróleo) para automoción aumenta, lo que lleva al consumidor a una reducción de sus gastos y a una menor confianza.

El 16 de octubre de 1973, como parte de la estrategia política derivada de la Guerra del Yom Kippur, la OPEP detuvo la producción de crudo y estableció un embargo para los envíos petrolíferos hacia Occidente, especialmente hacia Estados Unidos y los Países Bajos. También se acordó un boicot a Israel. Puesto que en condiciones normales las fluctuaciones en la demanda del petróleo son pequeñas (cuando sube el precio sólo se compra un poco menos), los precios tenían que subir drásticamente para conseguir que se redujera notablemente la demanda, y así poder establecer un nuevo nivel de consumo impuesto por la oferta. Gracias al embargo se consiguió este objetivo. El control del gobierno, que estaba pensado para mantener el precio a unos niveles aceptables, acabó aumentando el impacto económico debido a los cortes de suministro. Como consecuencia, se inició una prolongada recesión y

aumentó notablemente la inflación. Esta situación duraría hasta principios de los años 80.

Los efectos del embargo son claros: se duplicó el precio real del crudo a la entrada de la refinería y se produjeron cortes de suministro. Todo esto aceleró una etapa económica negativa en Estados Unidos que ya había empezado, y llevó a una recesión global durante el año siguiente.

A largo plazo, el embargo produjo un cambio en algunas políticas estructurales de Occidente, avanzando hacia una mayor conciencia energética y una política monetaria más restrictiva para combatir mejor la inflación.

Derivado de todo esto, en 1973, Nixon nombró a William E. Simon como el primer director de la Oficina Federal de Energía. Para intentar reducir el consumo, en 1974 se estableció un límite máximo de velocidad de 55 mph (unos 90 km/h) mediante la Ley de Emergencia de Ahorro de Energía en Autovías. Por otro lado, en 1975 se constituyó la Reserva Estratégica de Petróleo de EEUU, y en 1977 se creó el Departamento de Energía, además de la Ley Nacional de Energía de 1978.

Se impuso el horario de verano entre el 6 de enero de 1974 y el 23 de febrero de 1975. Esta medida generó importantes críticas, ya que obligó a muchos niños a ir a la escuela antes del amanecer. La norma tradicional, que adelantaba los relojes una hora el último domingo de abril, fue restaurada en 1976.

La crisis también concienció a las empresas y los particulares sobre el ahorro energético. Muchos periódicos llevaban anuncios a página completa.

Después de que los estándares de la CAFE (Corporate Average Fuel Economy Standards) fueran aprobados por el Congreso en 1975, los "Tres Grandes" fabricantes de automóviles de EEUU pusieron en marcha la reducción de los tamaños de los automóviles para que tuvieran un consumo máximo de 9 litros a los 100 km. En 1980 ya no había automóviles de lujo con 3,3m de distancia entre ejes y peso bruto promedio de 2000 kg. Los fabricantes de automóviles comenzaron a eliminar gradualmente el tradicional motor de tracción trasera, menos eficiente que el de tracción delantera.

Aunque no estaban regulados por la nueva legislación, los grupos de automovilismo de carreras introdujeron voluntariamente políticas de ahorro. En 1974



se canceló las 24 Horas de Daytona y el NASCAR redujo las distancias de las carreras en un 10%. La ronda de clasificación de Indianápolis 500 se redujo de cuatro días a dos, y se eliminaron varios días de entrenamientos.

Todo lo realizado para el ahorro debido a una crisis energética ha ido en aumento y con el paso de los años se ha ido mejorando, la tecnología ha ido evolucionando a manera de que se pueda obtener mayor rendimiento de aparatos, motores y actividades con el menor uso posible de energía. De igual manera los gobiernos de los países han adoptado medidas para el ahorro energético, la concientización de la población y de la industria nacional, se han implementado normatividades y límites permisibles en el uso y aprovechamiento de los energéticos.<sup>2</sup>

## **2.2 Las Auditorías Energéticas en México**

En México el encargado de ver con todo lo relacionado con los energéticos es la Secretaría de Energía. Esta secretaría creó a su vez la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) el cual es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que goza de autonomía técnica y operativa.

La Conae tiene por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y de aprovechamiento de energías renovables.<sup>9</sup>

Y su misión es coordinar, promover e impulsar el desarrollo de mercados y sistemas, que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos energéticos en México.

Los energéticos son insumos esenciales para gran parte del quehacer económico y humano. No es posible concebir una economía en crecimiento sin una oferta de energéticos de calidad y a precios competitivos. Por ello, es nuestra responsabilidad que en México aprovechemos al máximo los recursos energéticos con los que cuenta el país, para contribuir al crecimiento económico y a la generación de empleos, desde una perspectiva de sustentabilidad. Los retos que plantea la rápida evolución de los mercados energéticos, así como sus cambios

estructurales, exigen contar con información para sustentar la toma de decisiones relacionadas con la administración y distribución de los recursos energéticos. En este contexto, se presentan los análisis del uso de la energía y las evaluaciones de esta, los cuales son parte de las auditorías energéticas cada vez más necesarias en todos los sectores industriales, y de servicios en el País.<sup>10</sup>

La estrategia de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) para atender a estados y municipios se orienta al desarrollo de capacidades institucionales para la identificación, análisis e instrumentación de programas, proyectos y acciones en materia de eficiencia energética y aprovechamiento de las energías renovables a nivel estatal y municipal

En función de la alta rentabilidad que representa para los usuarios y el país en general, se promueve la ampliación y, en su caso, el diseño e implantación, de programas regionales para la sustitución de equipos de baja eficiencia por nuevos más eficientes, en particular en zonas con alto crecimiento en el consumo de energéticos.

En este sentido la Conae se basa en su propia experiencia y funge, para hacer fluir información, soporte técnico y recursos financieros, como eslabón entre instituciones federales e internacionales, públicas y privadas

Para aprovechar cabalmente las oportunidades de eficiencia energética y de energías renovables es necesario realizar acciones en todos los puntos donde se consume la energía, los cuales, en nuestro país, suman cientos de millones. Esto implica que, para aprovechar esas oportunidades, se opere una articulación de actores muy amplia que no es posible bajo un esquema centralizado. Igualmente, las prioridades energéticas de cada estado o municipio varían de acuerdo a su actividad y desarrollo económico, al impacto que el consumo de energía tiene en su economía y a los recursos energéticos con los que dispone.

### **2.3 Acciones del Gobierno Mexicano para el Ahorro de Energía y la Aplicación de Evaluaciones Energéticas**

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), tiene contemplada como acción prioritaria la promoción,

coordinación y concertación de los sectores público, social y privado, mediante programas y proyectos estatales de ahorro y uso eficiente de la energía.

Por ello, en la sesión extraordinaria del 27 de mayo de 1996, la Conae estableció la estrategia de suscribir Acuerdos de Coordinación con los gobiernos estatales, en congruencia con el Reglamento Interior de la Secretaría de Energía del 1 de junio de 1995, que en su capítulo II, artículo 5º, fracción XVII, señala la celebración de acuerdos y convenios con otras dependencias del Gobierno Federal y, en su caso, con los Gobiernos Estatales, para el establecimiento de programas que permitan el ahorro de energía y su utilización eficiente, en los términos de la legislación aplicable.<sup>10</sup>

Los Objetivos son:

Promover el ahorro y uso eficiente de la energía en todas sus formas y manifestaciones, abarcando los sectores productores y consumidores de energía, para consolidar una nueva cultura en el uso racional de los recursos

Propiciar la formulación y aplicación de normas que regulen el ahorro y uso eficiente de la energía, en un marco de concertación con los sectores productivos

Diseñar estrategias de financiamiento que permitan la realización de proyectos que impliquen el ahorro y uso eficiente de la energía, en los ámbitos estatal y municipal

Fomentar la capacitación de recursos humanos en materia de ahorro y uso eficiente de la energía, mediante la investigación y el desarrollo tecnológico.

Líneas de Acción

Sector público (Gobiernos Estatal y Municipal)

- Realizar estudios de eficiencia en inmuebles
- Implantar Programas de Apoyo Integral para la Eficiencia Energética Municipal

Municipal

- Promover campañas para concientizar sobre el ahorro y uso eficiente de la energía

Sector industrial

- Desarrollar acciones que permitan incrementar su productividad y competitividad, aunadas al ahorro de energía y protección al ambiente

Sector transporte

- Desarrollar programas de capacitación e innovación tecnológica para lotas vehiculares (transporte público y de carga)

Sector comercial y de servicios

- Concertar acciones y programas para la fabricación y distribución de productos y sistemas susceptibles de mejoras en su diseño y transportación
- Desarrollar criterios adecuados al desarrollo de centros turísticos, para el mejor aprovechamiento de la energía

Sector Social

- Promover acciones y proyectos que repercutan en una cultura de ahorro y uso eficiente de energía, acorde con las cualidades de cada región

Sector residencial

- Instrumentar políticas y acciones en materia de iluminación y aire acondicionado, en beneficio de la economía familiar

## **2.4 Principales Áreas de Oportunidad para el Ahorro de Energía**

### **Significativo en la Industria**

#### **2.4.1 Factor de Potencia**

¿Por que resulta dañino y malo mantener un bajo factor de potencia?

El hecho de que exista un bajo factor de potencia en su industria produce los siguientes inconvenientes:

Al suscriptor:

- Aumento de la intensidad de corriente
- Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión
- Incrementos de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores
- La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.

- Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad.

A la empresa distribuidora de energía:

- Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en KVA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.

- Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

Una forma de que las empresas de electricidad a nivel nacional e internacional hagan reflexionar a las industrias sobre la conveniencia de generar o controlar su consumo de energía reactiva ha sido a través de un cargo por demanda, facturado en Bs./KVA, es decir cobrándole por capacidad suministrada en KVA. Factor donde se incluye el consumo de los KVAR que se entregan a la industria.<sup>17</sup>

En México, el organismo encargado de la generación, distribución y cobro de la energía eléctrica es la Comisión Federal de Electricidad, y en lo que respecta al factor de potencia establece que el usuario procurará mantener un factor de potencia (FP) tan aproximado a 100% (cien por ciento) como le sea posible, pero en el caso de que su factor de potencia durante cualquier periodo de facturación tenga un promedio menor de 90% (noventa por ciento) atrasado, determinado por los métodos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, el suministrador tendrá derecho a cobrar al usuario la cantidad que resulte de aplicar al monto de la facturación el porcentaje de recargo que se determine según la fórmula que se señala. En el caso de que el factor de potencia tenga un valor igual o superior de 90% (noventa por ciento), el suministrador tendrá la obligación de bonificar al usuario la cantidad que resulte de aplicar a la factura el porcentaje de bonificación según la fórmula que también se señala.

Fórmula de Recargo:

$$\% \text{ de Recargo} = \frac{3}{5} \times ( ( 90 / \text{FP} ) - 1 ) \times 100 \quad \text{FP menor que 90\%} \quad (1)$$

Fórmula de Bonificación:

$$\% \text{ de Bonificación} = \frac{1}{4} \times ( 1 - ( 90 / \text{FP} ) ) \times 100 \quad \text{FP mayor o igual a 90\%} \quad (2)$$

Donde FP es el Factor de Potencia expresado en por ciento.

Los valores resultantes de la aplicación de estas fórmulas se redondearán a un solo decimal, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120% (ciento veinte por

ciento), ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5% (dos punto cinco por ciento).<sup>25</sup>

¿Cómo puedo mejorar el Factor de Potencia?

Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria (algo menos económico si no se dispone de ellos).

El consumo de KW y KVAR (KVA) en una industria se mantienen inalterables antes y después de la compensación reactiva (instalación de los condensadores), la diferencia estriba en que al principio los KVAR que esa planta estaba requiriendo, debían ser producidos, transportados y entregados por la empresa de distribución de energía eléctrica, lo cual como se ha mencionado anteriormente, le produce consecuencias negativas .

Pero esta potencia reactiva puede ser generada y entregada de forma económica, por cada una de las industrias que lo requieran, a través de los bancos de capacitores y/o motores sincrónicos, evitando a la empresa de distribución de energía eléctrica, el generarla transportarla y distribuirla por sus redes.

Por ejemplo un capacitor instalado en el mismo circuito de un motor de inducción tiene como efecto un intercambio de corriente reactiva entre ellos. La corriente de adelanto almacenada por el capacitor entonces alimenta la corriente de retraso requerida por el motor de inducción.

El motor consume sólo 80 amp. para su carga de trabajo. Pero la corriente de magnetización que requiere el motor es de 60 amp, por lo tanto el circuito de alimentación debe conducir:  $100\text{amp} \cdot \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 \text{ amp} .$

Por la línea de alimentación fluye la corriente de trabajo junto con la corriente no útil o corriente de magnetización. Después de instalar un capacitor en el motor para satisfacer las necesidades de magnetización del mismo, el circuito de alimentación sólo tiene que conducir y suministrar 80 amp. para que el motor efectúe el mismo trabajo. Ya que el capacitor se encarga de entregar los 60 amp. Restantes. El circuito de alimentación conduce ahora únicamente corriente de trabajo.

Esto permite conectar equipo eléctrico adicional en el mismo circuito y reduce los

costos por consumo de energía como consecuencia de mantener un bajo factor de potencia.

#### Puntos Importantes a Considerar en el Factor de Potencia

El factor de potencia se puede definir como la relación que existe entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA) y es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.

El origen del bajo factor de potencia son las cargas de naturaleza inductiva, entre las que destacan los motores de inducción, los cuales pueden agravarlo si no se operan en las condiciones para las que fueron diseñados.

El bajo factor de potencia es causa de recargos en la cuenta de energía eléctrica, los cuales llegan a ser significativos cuando el factor de potencia es reducido.

Un bajo factor de potencia limita la capacidad de los equipos con el riesgo de incurrir en sobrecargas peligrosas y pérdidas excesivas con un dispendio de energía.

El primer paso en la corrección del factor es el prevenirlo mediante la selección y operación correcta de los equipos. Por ejemplo, adecuando la carga de los motores a su valor nominal.

Los capacitores de potencia son la forma más práctica y económica para mejorar el factor de potencia, sobre todo en instalaciones existentes.

El costo de los capacitores se recupera rápidamente, tan sólo por los ahorros que se tienen al evitar los recargos por bajo factor de potencia en el recibo de energía eléctrica.

Entre más cerca se conecten los capacitores de la carga que van a compensar, mayores son los beneficios que se obtienen.

Cuando las variaciones de la carga son significativas, es recomendable el empleo de bancos de capacitores automáticos.

La corrección del factor de potencia puede ser un problema complejo. Recurrir a especialistas es conveniente, si no se cuenta con los elementos necesarios para resolverlo.

### **2.4.2 Aislamiento Térmico**

El aislamiento térmico es utilizado en la industria para la conservar la energía al reducir considerablemente la pérdida de energía hacia el ambiente en la conducción y generación de frío o calor. En México la normativa utilizada para la conservación de energía es la NOM-009-ENER-1995, la cual establece la Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales, y tiene como propósito regular las pérdidas de energía, tanto por disipación al ambiente en sistemas que operen a alta temperatura, como la ganancia de calor en sistemas a baja temperatura mediante el uso adecuado de aislamiento térmico, en instalaciones industriales.<sup>17</sup>

De forma complementaria, se establecen los lineamientos generales para la selección, diseño, especificación, instalación e inspección de un sistema termoaislante.

Todo lo anterior es muy importante, ya que no solo se trata de utilizar aislamiento térmico por usarlo, todo esto requiere de un análisis para la selección del termoaislante mas adecuado de acuerdo a las necesidades de cada equipo, tubería o área que requiera aislamiento.

### **2.4.3 Motores Eléctricos de Alta Eficiencia**

La utilización de motores eléctricos de alta eficiencia presenta un potencial de ahorro de miles de pesos para las empresas con motores obsoletos, de eficiencia estándar o con vida media útil ya rebasada.

Los motores viejos y obsoletos suelen ser ineficientes y tienden a generar gastos cuantiosos para las empresas que los operan, mientras mas grande sea el motor, mayor es el gasto de energía y de manera inversa sería el ahorro en caso de su reemplazo por un motor de alta eficiencia correctamente calculado de acuerdo al trabajo que realiza.

A continuación se presentan 4 reglas que han de llevar al éxito en el diseño y la explotación de accionamientos eficientes.<sup>6</sup>

#### **Regla 1 : Tamaño**

En la elección del motor tamaño del motor entran diferentes factores que hacen que la potencia consumida por el motor seleccionado ascienda al 25% de la potencia asignada del motor. Cuando el motor funciona fuera del punto nominal de



trabajo, que corresponde con su potencia asignada que se indica en placa, desarrolla un rendimiento muy inferior al nominal.

Hay que evitar sobredimensionar el motor mediante la aplicación de coeficientes de seguridad. En la figura 2.1 se muestra un ejemplo exagerando la selección errónea del tamaño del motor. En las auditorías energéticas hay que detectar que los motores instalados tengan un consumo cercano al valor que se indica en la placa del motor.



*Figura 2.1 Ejemplo de Sobredimensionamiento*

## Regla 2: Regulación de velocidad

En las aplicaciones dónde el motor eléctrico acciona un ventilador o un sistema de bombeo existe un gran potencial de ahorro energético. La forma tradicional de disminuir el caudal se realizaba mediante la utilización de una válvula que produce un estrangulamiento de paso, disminuyendo la sección útil. Esta solución consigue disminuir efectivamente el caudal pero el consumo del accionamiento es el mismo que cuando la válvula está totalmente abierta. Este tipo de accionamientos tiene una característica de par velocidad resistente cuadrático, lo que significa que si se regula el caudal variando la velocidad, la potencia requerida por el accionamiento disminuye en una relación cúbica.

La regulación de velocidad se puede conseguir mediante un motor que tenga dos velocidades por ejemplo 1500/3000 [1/min] o mediante un motor accionado por

un convertidor de frecuencia. La selección de un o otra aplicación se basará en un estudio del coste de la inversión, de la fiabilidad del sistema y del ahorro energético.

#### Solución 1: Motor de dos velocidades

En la figura 2.2 se muestra la característica par-corriente velocidad de un motor en conexión Dahlander dos velocidades 1500/3000[1/min]. El ahorro energético se observa fácilmente ya que la corriente consumida se ha reducido por debajo del 25%. Esta variación de velocidad se consigue variando la conexión del motor. Tiene el inconveniente de no permitir una regulación continua de la velocidad.

#### Solución 2: Motor accionado con convertidor de frecuencia

Esta solución permite una regulación continua de la velocidad, obteniéndose un ahorro energético en todo el campo de regulación.

También permite el ahorro de consumo en el arranque. A diferencia del arranque directo, cuando se arranca con convertidor de frecuencia, la corriente de arranque en ningún caso será mayor que 1,50 veces la corriente nominal.

Cuando se realiza arranque directo puede llegar a 8 veces la corriente nominal de la misma forma que la potencia consumida.

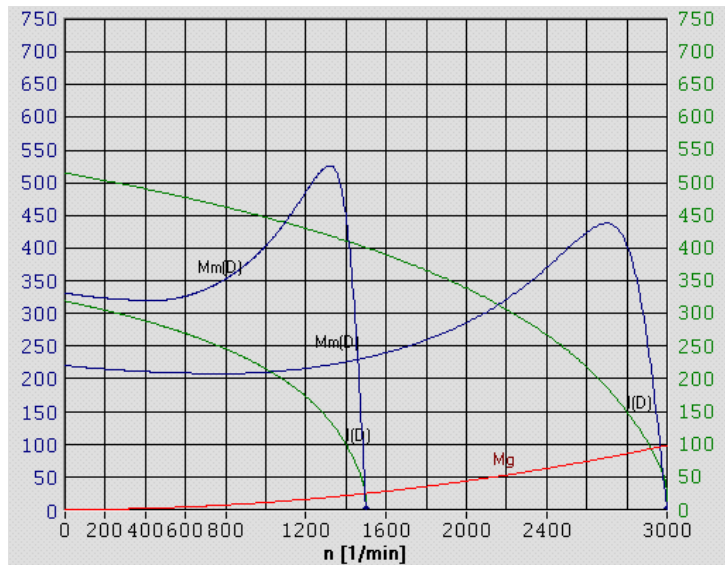


Figura 2.2 Característica Par-Corriente velocidad de un ventilador regulación 1500/3000 [1/min]. Mg Par resistente del ventilador (30kW 3000/min).

### Regla 3: Motor de alto rendimiento

Para que el motor de inducción cumpla con los rendimientos mínimos indicados en el acuerdo Europeo, la Ley EEact y la Ley EPact, este se tiene que optimizar teniendo en cuenta donde se originan las pérdidas. En la figura 2.3 se presentan los valores característicos de un motor de 18,5kW 1500/min con un rendimiento del 92,2%.

Distribución pérdidas en un motor eff1 de 18,5kW 1500/min

Potencia Nominal cedida al eje 18500 [W]

Potencia Electrica Absorbida 20065 [W]

Total de Pérdidas 100% 1565 [W]

Pérdidas Magnéticas 29% 454 [W]

Pérdidas Joule Estator 24% 376 [W]

Pérdidas Joule Rotor 21% 329 [W]

Pérdidas dependientes de la carga Joule y magnéticas 19% 297 [W]

Pérdidas ventilación y rozamiento 7% 110 [W]

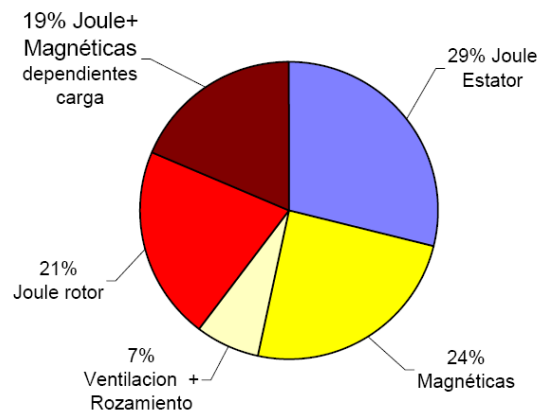


Figura 2.3 Distribución pérdidas originadas en motor eff1 18,5kW rendimiento 92,2%

A continuación se presentan las mejoras que se han introducido en los motores de alto rendimiento para alcanzar el objetivo fijado en el Acuerdo Europeo y las Leyes Americanas.

Pérdidas por efecto Joule estator

- Aumentar la cantidad de cobre alojado en las ranuras del estator
- Mayor tamaño de ranura
- Disminuir cabeza de bobina

#### Pérdidas Magnéticas

- Mejorar la calidad de la chapa magnética
- Disminuir el grosor de las chapas que componen el empilado del motor
- Mejorar los procesos de fabricación, evitar rebabas
- Aumento entrehierro
- Mejorar el factor de bobinado. Por ej Mot 2 capas
- Aumentar el tamaño del empilado, longitud del paquete magnético

#### Pérdidas por efecto Joule en el rotor

- Aumentar la inducción en el entrehierro
- Aumentar tamaño de las barras conductoras del rotor
- Aumentar la conductividad de las barras, utilizar rotores de cobre.

#### Pérdidas Mecánicas

Optimización de la ventilación: Utilización de ventiladores más eficientes

Disminuir las pérdidas por rozamiento: Utilización de rodamientos con bajo nivel de pérdidas y rodamientos más pequeños.

En muchos casos las pérdidas mecánicas no son debidas al propio motor sino que existe un sistema de transmisión que hace que debido a las pérdidas que en éste se originan, disminuya el rendimiento global del accionamiento.

Este fenómeno se puede evitar controlando las tensiones de las transmisiones por correas. También hay que estudiar la posibilidad de sustituir el sistema de correas o de reductor con caja de engranajes por accionamiento directo mediante regulación de velocidad.

#### Pérdidas dependientes de la carga Joule y magnéticas

Este tipo de pérdidas no dejan de ser pérdidas por efecto Joule y magnéticas que se originan en el cobre del estator, en el aluminio o cobre del rotor y en la chapa magnética y aunque son análogas a las indicadas anteriormente se tratan separadamente, ya que para su determinación se utilizan métodos diferentes a los

utilizados en los apartados anteriores. Estas pérdidas se pueden reducir mediante la actuación sobre los siguientes parámetros:

Modificación del número ranuras del rotor N2

- Inclinación ranuras del rotor
- Bobinado paso acortado
- Devanado 2 capas
- Conexión en triángulo/estrella
- Grupos en paralelo
- Tamaño espineta rotor
- Resistencia transversal del rotor
- Forma de las ranuras del rotor
- Mejorando el mecanizado
- Actuando sobre el entrehierro

Regla 4: No comprar el motor solamente por el precio de venta.

Lo más importante a la hora de hacer la compra del motor, una vez que ya se ha calculado el motor adecuado de acuerdo a su trabajo a realizar, es encontrar el que tenga la mayor eficiencia en el mercado, que se encuentre avalado por las normas nacionales e internacionales y que cuente con el sello FIDE o de Eficiencia Energética de alguna institución, y el cálculo a utilizar para conocer la amortización del motor nuevo es midiendo el consumo de energía del motor actualmente instalado y comparándolo contra el consumo estimado de placa del motor nuevo, la diferencia se divide en función del tiempo con respecto al costo del motor nuevo y se estima la amortización y el tiempo en el cual se retorna la inversión del motor.

#### **2.4.4 Secuencias de Arranque y Dispositivos para su Aplicación**

En la industria, ya sea en procesos Batch o continuos, existen equipos que requieren ser constantemente encendidos y apagados, hablando principalmente de motores eléctricos, en su par de arranque suelen demandar una cantidad de energía excesiva con respecto a su consumo normal para vencer el vacío y llevar a cabo su arranque, esto provoca que exista lo que comúnmente se llama “pico de corriente” durante el arranque de un motor. Ahora imaginemos una planta batch que se encienden y apagan cierto número de equipos todos los días, y en el cual no hay

ningún tipo de secuencia ni dispositivos que controlen el arranque, al inicio del turno, los operarios, lleguen a la misma hora de entrada y todos quieran encender sus equipos al mismo tiempo, será obvio que la facturación de energía eléctrica será alta debido a los picos de corriente que se estarán generando en el arranque.

Para evitar los cargos de facturación por la energía demandada en los motores eléctricos al momento del arranque, es necesario la instalación de dispositivos que controlen el arranque secuencial de estos y que a su vez controlen independiente el par de arranque de cada motor, esto no es nuevo, tiene ya mucho tiempo que se viene utilizando, pero generalmente se ha venido instalando solo en procesos nuevos, cuando es posible acoplarlos a procesos que aun en su inicio, no haya tenido estos beneficios de la tecnología.

Es necesario tener una secuencia de arranque de los equipos, esto se hace conforme a la capacidad de los motores y a la forma de operación de la planta, lo primero a tomar en cuenta es la necesidad de los equipos en la secuencia de arranque, cual depende de cual, cual es el que se requiere arrancar primero, segundo, etc. de acuerdo al proceso, una vez identificado este listado, se recavan los datos de tipo y potencia de cada motor, se hace el estudio individual y se realiza la selección de los dispositivos de control de arranque de acuerdo a las necesidades del proceso siempre, esto nos dará una idea para proponer la instalación ya sea para equipos que requieran arrancadores progresivos y limitadores de par electrónico a velocidad nominal, o convertidores de frecuencia para los que requieran velocidad variable.

Los arranque progresivos permiten utilizar fusibles mas pequeños y cables mas baratos, y el funcionamiento suave ahorra energía y aumenta la vida útil de los equipos. Como resultado, el proceso está protegido de los tiempos de inactividad imprevistos ¿Quién da mas por menos?

Cuando arranca un ventilador, un compresor o una turbina, la intensidad puede ser del orden de 6 a 7 veces mayor que la intensidad nominal del motor, esfuerzos mecánicos innecesarios y obliga a utilizar fusibles grandes y cables caros para garantizar un arranque seguro. Un arrancador progresivo con limitador de par integrado reduce la intensidad de arranque a tan solo el doble de la intensidad

nominal del motor. De este modo se pueden utilizar los mismos fusibles que precisa el motor y los costos de instalación y de energía disminuyen.

Arrancar un ventilador en el sentido de rotación incorrecto, puede hacer que los fusibles se fundan y producir una avería costosa. El arrancador progresivo decelera gradualmente el motor hasta que se detiene completamente antes de volver a arrancar, evitando así los picos de intensidad elevados y los esfuerzos mecánicos. De este modo puede arrancar el ventilador a baja velocidad para asegurarse de que gira en el sentido correcto y funciona adecuadamente, algo que puede resultar esencial, por ejemplo, al arrancar un ventilador de túnel en caso de incendio.<sup>5</sup>

Ejemplo del ahorro de energía gracias a la reducción de la intensidad del arranque

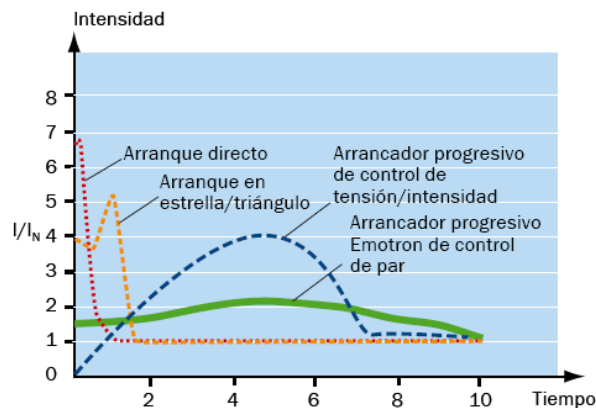


Figura 2.4. Ejemplo de Arranque suave

En la figura 2.4 se puede apreciar claramente el ahorro de energía que se tiene en el arranque del motor al disminuir su intensidad hasta llegar a su par de arranque nominal.

Con esto se asegura alargar la vida del equipo y que se tendrá un ahorro considerable en la facturación de energía eléctrica.

#### 2.4.5 Optimización de Energía en Iluminación

En la industria la iluminación puede ser un porcentaje pequeño del total de costos de energéticos utilizados, pero la optimización de la iluminación también es a un bajo costo y completamente rentable, una vez haciendo el cálculo de ahorro por

iluminación se notará que aquello que se tenía como insignificante presenta un potencial de ahorro nada despreciable.

El alumbrado es un tema complejo debido a la gran variedad de equipos existentes en el mercado y a la diversidad de aplicaciones a las que puede destinarse.

Toda instalación de alumbrado debe proporcionar una iluminación adecuada con objeto de que las personas vean lo suficientemente bien para poder realizar de forma idónea sus tareas. Una iluminación inadecuada o insuficiente incide negativamente en el desarrollo de cualquier actividad.

Para poder diseñar correctamente una instalación de alumbrado hay que considerar una serie de factores, tales como:

- Nivel de iluminación
- Calidad de la luz
- Rendimiento energético
- Costo Total

#### Nivel de Iluminación

Es el flujo luminoso recibido en el plano de trabajo por unidad de superficie. Su medida es el “lux” (lumen/m<sup>2</sup>). En la tabla 2.1, se muestran los niveles de iluminación recomendados para diferentes áreas de actividad.<sup>21</sup>



Tabla 2.1 Niveles de iluminación recomendados

Local o Actividad	Flujo Luminoso (lux)
Despachos	500
Pasillos y Escaleras	100
Servicios y Baños	100
Salas de Espera y recepciones	100
Salas de Reuniones y Conferencias	300
Secretarías	
--Iluminación general	400
--Sobre el papel de escribir	600
Dibujantes	
--Iluminación general	450
--Trabajo continuo (mesa)	700
--Trabajo discontinuo (mesa)	600
Computadoras	500
Archivos	200
Cafeterías	200
Cocinas	500
Estacionamientos en Exterior	10

### Calidad de la Luz

Al diseñar una instalación de alumbrado hay que considerar, no sólo la cantidad de iluminación necesaria, sino también la calidad de la luz. En consecuencia, habrá que tener en cuenta efectos tales como el deslumbramiento, el aspecto cromático y el rendimiento de color.

#### Deslumbramiento

Este fenómeno, que puede producirse de forma directa o por reflejo, suele ocasionar molestias, pudiendo dar lugar, en casos extremos, a una incapacidad en la visión.

Este efecto puede eliminarse mediante la ubicación y orientación correcta de las lámparas y la instalación de luminarias adecuadas.

#### Aspecto cromático

Es la apariencia de color de las lámparas, la cual se valora mediante su "Temperatura de Color Correlacionadas" (TCC). Cuanto menor sea este parámetro,

más rosada o cálida será su apariencia, y a la inversa, cuanto más blanco o frío sea su aspecto, mayor será su TCC. En la Tabla 2.2 se relacionan ambos aspectos para instalaciones de alumbrado interior.

*Tabla 2.2 Relación entre la temperatura de color correlacionada y el aspecto cromático*

TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (K)	ASPECTO CROMÁTICO	OBSERVACIONES
Menor que 3300	Calido (Blanco rojizo)	Lámparas incandescentes o fluorescentes confortables de color relajante. Ambas se mezclan bien entre si, pero no con la luz del día
3300 – 5000	Intermedio (blanco)	Este tipo de lámparas se utiliza para instalaciones suplementarias con la luz diurna o donde se requiera un ambiente fresco y natural
Mayor que 5000	Frío (Blanco azulado)	Lámparas utilizadas para comparar colores o conseguir un alumbrado particularmente frío en zonas calientes.

Por otra parte, el valor de este parámetro definirá también la apariencia de color de las superficies, especialmente las blancas, en interiores, creando un aspecto cálido, intermedio o frío. De ahí la importancia de una adecuada selección del aspecto cromático de las lámparas para ciertas aplicaciones, tales como la iluminación de oficinas, comercios, hoteles, etc.

En general, para niveles de iluminación bajos es preferible utilizar lámparas de aspecto cálido, pero a medida que aumenta la iluminación también debe hacerlo la temperatura de color.

#### Rendimiento de color

El rendimiento de color en una instalación de alumbrado es la capacidad que tienen las lámparas de reproducir los colores de los objetos que iluminan.

Las exigencias en este aspecto varían enormemente, desde aplicaciones como el alumbrado vial, donde la identificación exacta del color no es necesaria,

hasta casos especiales, como sucede en comercios, galerías de arte, etcétera, donde la reproducción de colores es imprescindible.

La capacidad de una lámpara determinada para satisfacer los requisitos de color viene definida por la combinación de sus propiedades relativas al aspecto cromático y al rendimiento de color. En la Tabla 2.3 se registran las características que deben tener estos parámetros para diferentes aplicaciones.

Tabla 2.3. Aplicaciones en función de la calidad de luz

GRUPO DE RENDIMIENTO DE COLOR	VALORES EXTREMOS DEL INDICE "Rc" DE RENDIMIENTO DE COLOR	ASPECTO CROMÁTICO	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
1	Rc > 85	Fria	Industrias textiles, de pintura e imprenta
		Intermedia	Tiendas, hospitales, escaparates
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 < Rc < 85	Fria	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas cálidos
		Intermedia	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas templados
		Cálida	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas fríos
3	Lámparas con Rc < 70 pero con propiedades de rendimiento de color aceptables para uso en interiores de trabajo en general		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (Especial)	Lámparas con propiedades de rendimiento de color poco comunes		Aplicaciones especiales

### Rendimiento Energético

El rendimiento energético global de una instalación de alumbrado puede definirse como el cociente entre la energía luminosa necesaria para la realización de una actividad determinada y el consumo de energía eléctrica correspondiente.

$$R = \frac{N_i \times S}{P} \quad (2.1)$$

donde:

R = Rendimiento energético global de la instalación, lumen/W.

$N_i$  = Nivel de iluminación requerido en el plano de trabajo, lux (lumen/m<sup>2</sup>).

$S$  = Superficie del local, m<sup>2</sup>.

$P$  = Potencia total de la lámparas instaladas en el local, W.

La expresión anterior puede expresarse también como el producto de varios rendimientos.

$$R = F_u \times E_1 \times F_m \quad (2.2)$$

siendo:

$F_u$  = Factor de utilización.

Es el cociente entre el flujo luminoso utilizado en el plano de trabajo y el emitido por las lámparas.

Este parámetro se encuentra tabulado para los distintos métodos de iluminación (directo, indirecto, etcétera) y puede determinarse en función de los factores de reflexión de luminarias, paredes, techos y suelos, y del factor de forma del local.

$E_1$  = Eficacia luminosa de las lámparas utilizada, lumen/W.

$F_m$  = Factor de mantenimiento.

Depende del grado de envejecimiento de las lámparas y del nivel de ensuciamiento de éstas, de las luminarias y de las paredes.

Resumiendo, el rendimiento global de una instalación de alumbrado viene afectado por los siguientes factores:

- Forma del local.
- Propiedades reflexivas de luminarias, paredes, techo y suelo.
- Eficacia luminosa de las lámparas.
- Grado de envejecimiento de las lámparas y de ensuciamiento del

conjunto de la instalación.

La eficacia luminosa de una lámpara depende de varios factores, tales como tipo de fuente de luz, potencia, calidad de la luz, etc. En la Tabla 2.4 se reflejan los valores del rendimiento luminoso para diferentes tipos de lámparas, por su interés, se incluyen también en la citada tabla los valores de la vida útil.

Tabla 2.4. Eficiencia luminosa y vida útil para diferentes tipos de lámparas

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA (W)	EFICACIA (Lumen/W)	VIDA UTIL (hr)
Incandescentes	1 a 2000	8 a 20	1000
Halógenos	3 a 10000	18 a 22	2000
Fluorescentes tubulares	4 a 250	40 a 93	12000
Fluorescentes compactas	5 a 36	50 a 82	6000
Vapor de mercurio	50 a 2000	40 a 58	16000
Halogenuros Metálicos	75 a 3500	60 a 95	1000 a 6000
Vapor de Sodio alta presión	50 a 1000	66 a 130	16000
Vapor de Sodio baja presión	18 a 180	100 a 183	10000

Para cualquier tipo de fuente de luz, la eficacia luminosa aumenta con la potencia, por este motivo, es más rentable utilizar una lámpara de una potencia determinada en vez de dos de la mitad de la potencia.

Por otra parte, puede afirmarse también que generalmente, el rendimiento luminoso disminuye para índices de rendimiento de color elevados. Existe el peligro de descuidar la importancia de la discriminación cromática y elegir las lámparas únicamente por su eficiencia energética.

Hablando del costo total de la instalación del alumbrado evidentemente, la instalación deberá diseñarse para que suministre la iluminación apropiada para cada actividad con el mínimo costo total para el usuario. Este costo total incluye:

Costo de la inversión

- Costo de los equipos (materiales).
- Costo de instalación (mano de obra y materiales adicionales).

Costo de explotación

- Costo debido al consumo energético.
- Costo de los equipos de repuesto (materiales).
- Costo del mantenimiento, limpieza y reemplazo (mano de obra).

El costo anual total será la suma del costo de explotación y de la amortización anual de la inversión. La experiencia demuestra que el costo energético es el factor que más influye en el costo total de casi todas las instalaciones de alumbrado. De ahí la importancia que debe darse a los factores que influyen en el rendimiento global.

## **CAPÍTULO III**

# **CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

## **3.1 Presentación**

Nombre de la Empresa

Bachoco S.A. de C.V.

Planta

Planta Procesadora de Aves, Coatzacoalcos Veracruz.

Auditor:

Ricardo Reyes Fuentes

Fecha:

26 / Noviembre / 2008

### 3.2 Datos Generales

---

Nombre de la Empresa: **Bachoco S.A. de C.V.**

Domicilio: **Carretera Transistmica Km. 7.5 Col. Elvira Ochoa de Hernández**

Población: **Coatzacoalcos**

Código Postal: **96496**

Estado: **Veracruz**

País: **México**

Nombre de la Planta: **Planta Procesadora de Aves Coatzacoalcos**

Giro: **Alimenticio**

#### Persona de Contacto

Nombre: **Roberto Pérez Barradas**

Cargo: **Jefe de Mantenimiento**

Teléfono: **921 2114400 ext 80704**

#### Técnico de Auditoría

Nombre: **Ricardo Reyes Fuentes**

Fecha: **01 de Noviembre del 2008**

email: **ricardo.reyes@bachoco.net**

---



### 3.3 Datos de Producción

---

#### Régimen del Establecimiento

No. de Empleados	187
Régimen de Funcionamiento	
Horas día	24
Días Semana	6
Horas Año	7488

---

#### Estructura de Costes

% sobre valor de producción	
Combustible y Energía (*)	22.18%
Otros Gastos	41%
Coste de Personal	36.82%
Beneficios de Amortización	

---

#### Principales Materias Primas

Nombre	Unidad	Cantidad Anual
Pollo Vivo	Pza	19,009,500

---

#### Productos Principales

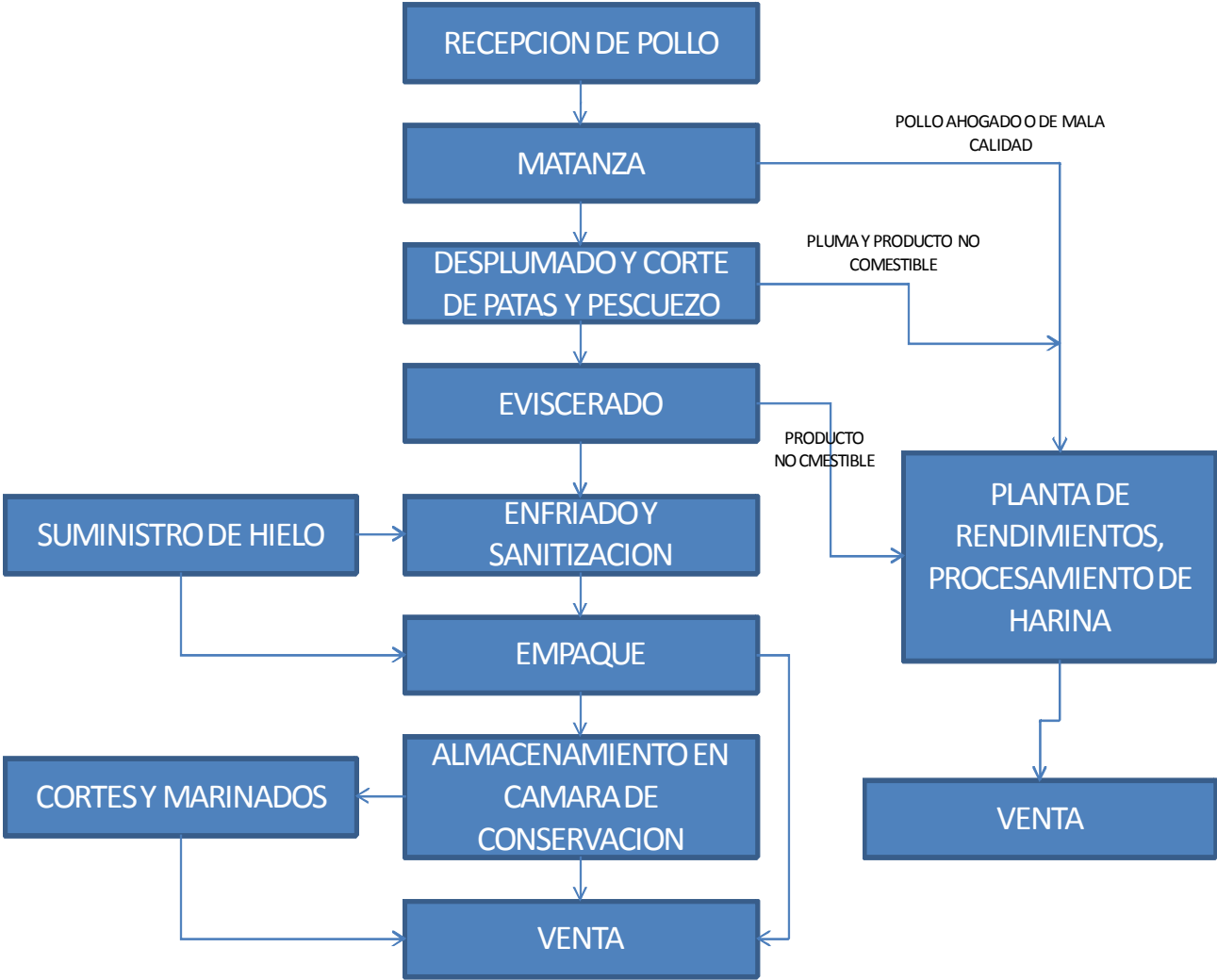
Nombre	Unidad	Cant. Anual	Consumo Específico / unidad	Kcal	Coste Energético \$/Unidad
Pollo Procesado	pza	19,009,500	398.39		1.28

### 3.4 Datos Energéticos Generales

Energía Eléctrica	
Cia. Distribuidora	Comisión Federal de Electricidad
Tensión Acometida	13.8 KV
Potencia Contratada	1100 kw
Conocimiento Curva de Carga	
Variación horaria en día tipo	Si
Variación en días tipo	Si
Variación Estacional	Si
Consumo Ultimo Año	7,257.664 kwh / Año
Facturación Ultimo Año	\$ 9,377,008.85
Precio Medio	1.02
Tipo de Contrato	HM
Tarifa	Horaria
Potencia Contratada	1100 kw
Discriminación Horaria	No

<b>Combustibles</b>	
<b>Tipo de Combustible</b>	Combustoleo Ligero
<b>Distribuidor</b>	Energex
<b>Temperatura de Almacenamiento</b>	60°C
<b>Consumo Anual</b>	968,962.26
<b>Precio Medio</b>	6.8738
<b>Costo Anual</b>	\$ 6,660,452.78

3.5 Diagrama de Bloques del Proceso



### 3.6 Análisis del Factor de Potencia

En la Planta Procesadora de Aves de Bachoco en Coatzacoalcos, se tiene un contrato con CFE para el suministro de energía eléctrica en tarifa HM, se tiene contratada una carga de 1100 kw en tarifa horaria, con 13.8kv, que alimentan a 2 subestaciones eléctricas con transformadores de 13.8 kv a 220v y 440v.

El consumo de energía eléctrica por mes va en función de la producción, debido a que la planta procesadora opera de acuerdo a las estrategias de mercado. Se recavó el historial de consumo y de bonificaciones y cargos por factor de potencia de los últimos meses y esto es lo que se obtuvo.

*Tabla 3.1 Historial de Factor de Potencia*

<b>MES</b>	<b>% FP</b>
ene-07	91.4
feb-07	90.59
mar-07	90.78
abr-07	90.16
may-07	90.04
jun-07	90.7
jul-07	90.85
ago-07	90.44
sep-07	91.01
oct-07	90.37
nov-07	88.89
dic-07	88.38
ene-08	89.49
feb-08	87.88
mar-08	88.16
abr-08	87.78
may-08	87.78
jun-08	87.95
jul-08	88.17
ago-08	89.72

De igual forma las bonificaciones por parte de CFE así como los cargos fueron contabilizados y graficados para conocer la pérdida que está teniendo la planta por bajo factor de potencia.

A continuación se presenta el historial de cargos y bonificaciones de los últimos meses.

*Tabla 3.2 Costo de Cargos y Bonificaciones por factor de potencia*

MES	COSTO
ene-07	\$ 2,419.42
feb-07	\$ 1,090.17
mar-07	\$ 1,201.37
abr-07	\$ 0
may-07	\$ 0
jun-07	\$ 1,249.26
jul-07	\$ 1,241.90
ago-07	\$ 623.76
sep-07	\$ 1,801.47
oct-07	-\$ 2,208.56
nov-07	-\$ 5,143.20
dic-07	-\$ 8,562.97
ene-08	-\$ 2,723.16
feb-08	-\$ 10,041.00
mar-08	-\$ 9,088.82
abr-08	-\$ 11,510.64
may-08	-\$ 13,077.53
jun-08	-\$ 12,242.30
jul-08	-\$ 11,197.12
ago-08	-\$ 1,824.67

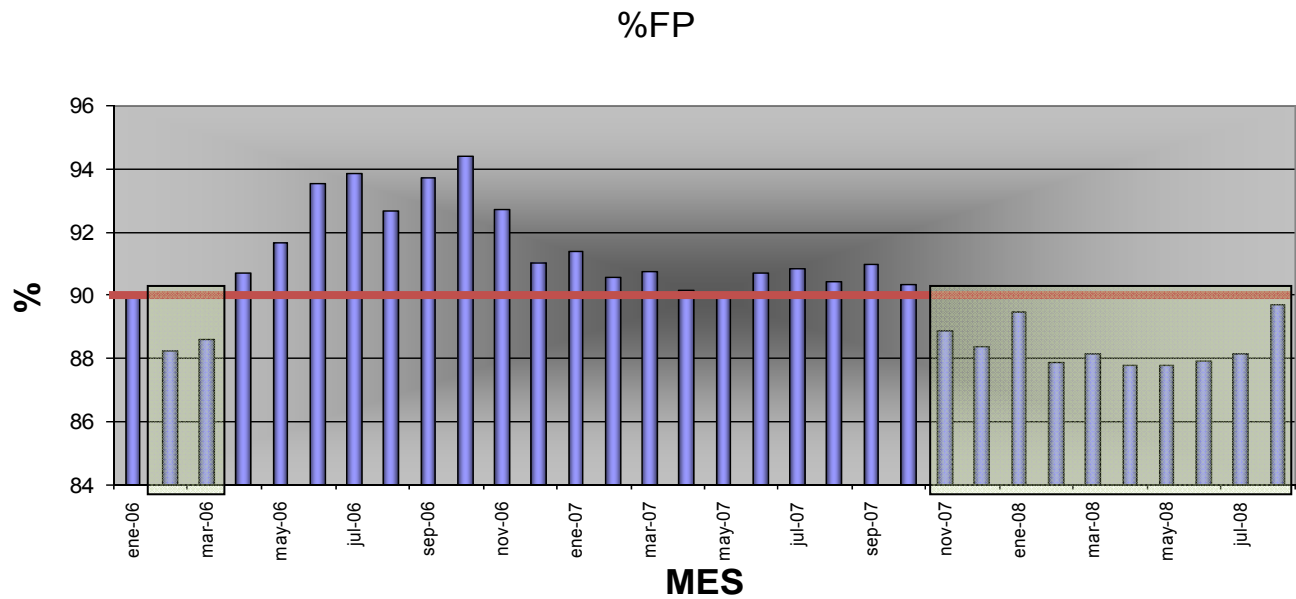


Figura 3.1 Factor de Potencia por mes

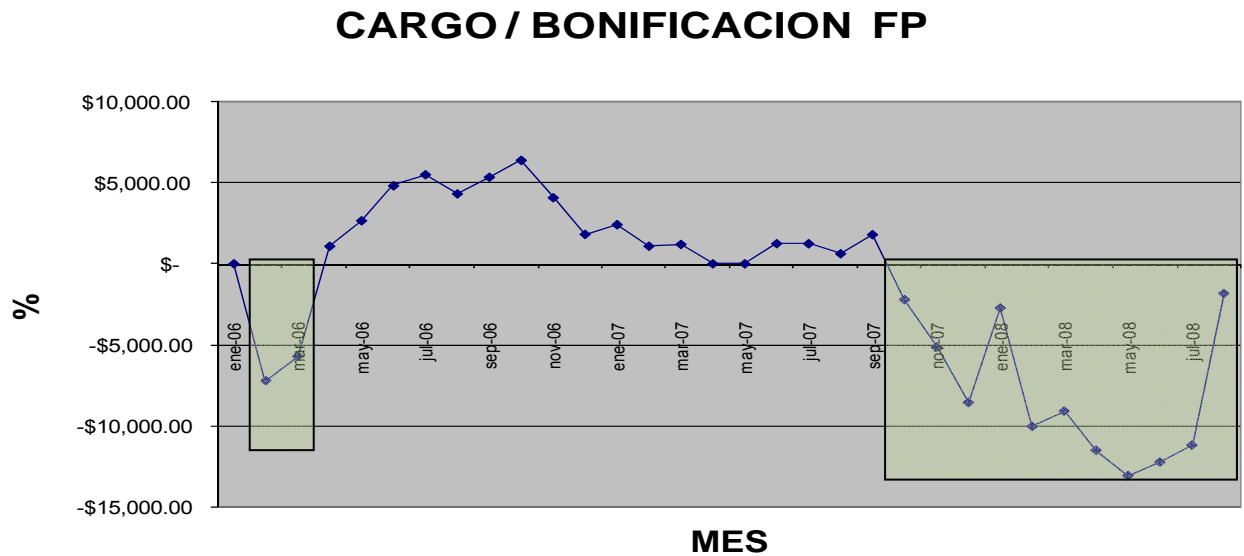


Figura 3.2 Costos de Factor de Potencia Mensual

La pérdida por cargos de factor de potencia de CFE en la facturación durante los últimos 12 meses ha sido de \$ 87,619.97. Observando los datos nos damos cuenta que a partir del mes de Octubre del 2007 se ha tenido un factor de potencia por debajo del 90%, y mantenido debajo de nivel hasta agosto del 2007. Entonces la pregunta es: ¿Qué fue lo que hizo que el factor de potencia descendiera a partir de ese mes y se mantenga de esa manera?, se buscó en el historial de obras y compras

de materiales y servicios que puedan tener relación con el descenso del factor de potencia a partir de Octubre del 2007, entonces se halló que en ese mes se reemplazó un Centro de Control de Motores del área de planta de Rendimientos, el cual contaba con un banco de capacitores del tipo fijo, al hacer el reemplazo por el CCM nuevo, a este no se le colocó banco de capacitores alguno que pudiese regular las corrientes reactivas de los motores instalados en este CCM, por lo que se determina que para elevar el factor de potencia en este equipo se requiere de un estudio de corrientes reactivas y seleccionar el equipo mas adecuado de capacitores para eliminar este problema de factor de potencia que hace a la empresa perder dinero que se podría utilizar en proyectos de optimización del uso de la energía.

Se realiza el cálculo para la instalación de un Banco de Capacitores para la corrección del Factor de Potencia y dejar de pagar los recargos por alta carga reactiva.

El cálculo para la corrección del factor de potencia lleva directamente a la selección del capacitor para elevar el factor de potencia al porcentaje deseado

Para la elección de un banco de Capacitores de los comerciales se utilizó la siguiente base de cálculo.

- 1.- El Promedio de las últimas 3 mediciones de demanda en kw
- 2.- El Promedio de los 3 últimos factores de Potencia
- 3.- Obtener el Factor de Potencia Deseado usando la tabla

*Tabla 3.3 Demanda promedio últimos 3 meses*

Mes	Demanda
jun-08	1148
jul-08	1082
ago-08	1032
Promedio	1087.33



Tabla 3.4 Factor de Potencia últimos 3 meses

Mes	%F.P.
jun-08	87.95
jul-08	88.17
ago-08	89.72
Promedio	88.61

Tabla 3.5 Corrección del Factor de Potencia, factor de potencia deseado

TABLA PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA FACTOR DE POTENCIA DESEADO																
	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85
0.99	0.142															
0.98	0.203	0.061														
0.97	0.251	0.108	0.048													
0.96	0.292	0.149	0.089	0.041												
0.95	0.329	0.186	0.126	0.078	0.037											
0.94	0.363	0.220	0.160	0.112	0.071	0.034										
0.93	0.395	0.253	0.192	0.145	0.104	0.067	0.032									
0.92	0.426	0.284	0.223	0.175	0.134	0.097	0.063	0.031								
0.91	0.456	0.313	0.253	0.205	0.164	0.127	0.093	0.060	0.030							
0.90	0.484	0.342	0.281	0.234	0.193	0.156	0.121	0.089	0.058	0.029						
0.89	0.512	0.370	0.309	0.262	0.221	0.184	0.149	0.117	0.086	0.057	0.028					
0.88	0.540	0.397	0.337	0.289	0.248	0.211	0.177	0.145	0.114	0.084	0.055	0.027				
0.87	0.567	0.424	0.364	0.316	0.275	0.238	0.204	0.172	0.141	0.111	0.082	0.054	0.027			
0.86	0.593	0.451	0.390	0.343	0.302	0.265	0.230	0.198	0.167	0.138	0.109	0.081	0.054	0.027		
0.85	0.620	0.477	0.417	0.369	0.328	0.291	0.257	0.225	0.194	0.164	0.135	0.107	0.080	0.053	0.026	
0.84	0.646	0.503	0.443	0.395	0.354	0.317	0.283	0.251	0.220	0.190	0.162	0.134	0.106	0.079	0.053	0.026
0.83	0.672	0.530	0.469	0.421	0.380	0.343	0.309	0.277	0.246	0.216	0.188	0.160	0.132	0.105	0.079	0.052
0.82	0.698	0.556	0.495	0.447	0.406	0.369	0.335	0.303	0.272	0.242	0.214	0.186	0.158	0.131	0.105	0.078
0.81	0.724	0.581	0.521	0.473	0.432	0.395	0.361	0.329	0.298	0.268	0.240	0.212	0.184	0.157	0.131	0.104
0.80	0.750	0.608	0.547	0.499	0.458	0.421	0.387	0.355	0.324	0.294	0.266	0.238	0.210	0.183	0.157	0.130
0.79	0.776	0.634	0.573	0.525	0.484	0.447	0.413	0.381	0.350	0.320	0.292	0.264	0.236	0.209	0.183	0.156
0.78	0.802	0.660	0.599	0.552	0.511	0.474	0.439	0.407	0.376	0.347	0.318	0.290	0.263	0.236	0.209	0.183
0.77	0.829	0.686	0.626	0.578	0.537	0.500	0.466	0.433	0.403	0.373	0.344	0.316	0.289	0.262	0.235	0.209
0.76	0.855	0.713	0.652	0.605	0.563	0.526	0.492	0.460	0.429	0.400	0.371	0.343	0.315	0.288	0.262	0.235
0.75	0.882	0.739	0.679	0.631	0.590	0.553	0.519	0.487	0.456	0.426	0.398	0.370	0.342	0.315	0.289	0.262
0.74	0.909	0.766	0.706	0.658	0.617	0.580	0.546	0.514	0.483	0.453	0.425	0.397	0.369	0.342	0.316	0.289
0.73	0.936	0.794	0.733	0.686	0.645	0.608	0.573	0.541	0.510	0.481	0.452	0.424	0.396	0.370	0.343	0.316
0.72	0.964	0.821	0.761	0.713	0.672	0.635	0.601	0.569	0.538	0.508	0.480	0.452	0.424	0.397	0.370	0.344
0.71	0.992	0.849	0.789	0.741	0.700	0.663	0.629	0.597	0.566	0.536	0.508	0.480	0.452	0.425	0.398	0.372
0.70	1.020	0.878	0.817	0.770	0.729	0.692	0.657	0.625	0.594	0.565	0.536	0.508	0.480	0.453	0.427	0.400
0.69	1.049	0.907	0.846	0.798	0.757	0.720	0.686	0.654	0.623	0.593	0.565	0.537	0.509	0.482	0.456	0.429
0.68	1.078	0.936	0.875	0.828	0.787	0.750	0.715	0.683	0.652	0.623	0.594	0.566	0.539	0.512	0.485	0.459
0.67	1.108	0.966	0.905	0.857	0.816	0.779	0.745	0.713	0.682	0.652	0.624	0.596	0.568	0.541	0.515	0.488
0.66	1.138	0.996	0.935	0.888	0.847	0.810	0.775	0.743	0.712	0.683	0.654	0.626	0.599	0.572	0.545	0.519
0.65	1.169	1.027	0.966	0.919	0.877	0.840	0.806	0.774	0.743	0.714	0.685	0.657	0.629	0.602	0.576	0.549

Utilizando el factor de potencia promedio, y ajustando al factor de potencia deseado se obtiene en la tabla el factor “f” para el cálculo del capacitor.

$$PKvar = demanda \times f \quad (3.1)$$

Utilizando un Factor de potencia deseado de 0.97 tenemos que  $f = 0.289$

$PKvar = 314.23 \text{ kvar}$

Debido al resultado se propone la instalación de un banco de capacitores de las siguientes características:

Banco fijo de 7 Capacitores de 50KVar instalados directamente a interruptor de subestación principal, con un costo aproximado de Instalación de \$81,480.00

Retorno de la Inversión por mes. \$ 6,034.12

Tiempo de Retorno de la Inversión: 13.5 meses

### **3.7 Auditoría Energética a Red de Vapor**

En la planta procesadora de Aves se cuenta con un solo generador de vapor, es una caldera mca. Cleaver Brooks de 300 CV, quema combustóleo y produce vapor a 7kg/cm<sup>2</sup> de presión de vapor saturado, la cual es la presión de operación normal.

Para el área de planta procesadora de aves el vapor generado en la caldera abastece a una tina de escaldado, esta es una tina con capacidad de 7 m<sup>3</sup> la cual se utiliza para calentar agua a una temperatura entre 50 y 60°C, esto para obtener la temperatura para que el ave pueda ser desplumado. Se utiliza vapor también en una tina de hinchado la cual de igual manera calienta agua a una temperatura de 80°C y tiene una capacidad de 3 m<sup>3</sup>, otro equipo en el cual se utiliza vapor es la máquina lavadora de cestas, en la cual se utiliza el vapor para calentar agua que se recircula para el lavado del embalaje.

Para el área de Planta de Rendimientos el vapor generado en la caldera abastece 4 cocedores con capacidad de 5 ton cada uno de materia prima para la producción de harina, estos son equipos cilíndricos con un enchaquetado donde actúa el vapor para el cocimiento de la materia prima, el condensado generado por estos equipos se recircula a la caldera por medio del tanque de condensados, de igual manera existen 2 equipos secadores de harina que utilizan el vapor para el secado de harina, y al igual que los cocedores el condensado se retorna a la caldera.

#### **3.7.1 Análisis Energético Integral del Generador de Vapor**

Descripción de la Caldera

Fabricado por: Cleaver Brooks de Mexico S.A. de C.V.

Fabricado para: Selmec Equipos Industriales S.A. de C.V.

Lugar de Instalación: Planta Procesadora de Aves, Bachoco S.A. de C.V.  
Coatzacoalcos, Veracruz.

Tipo: Compacta marina No. de serie: MX6552, Año de Construcción: 2000

Las Propiedades físicas y químicas de todas las partes cumplen con los requisitos de las especificaciones de los materiales ASME para calderas y recipientes sujetos a presión. El diseño, construcción y mano de obra cumplen con el código ASME, Sección 1, Edición 1998, Agenda 99

#### Envolvente

No. de canutos 2, especificación del Material: SA-516-70, espesor 13mm, diámetro Interior 1981mm, longitud interior 3931mm, longitud total 4334mm

#### Uniones Longitudinales

4 Uniones longitudinales tipo doble soldadura de fusión a tope, eficiencia de las uniones longitudinales 100%.

#### Uniones Circunferenciales

1 Unión circunferencial tipo doble soldadura de fusión a tope, eficiencia de la soldadura circunferencial 100%.

#### Espejos

Espejos tipo planos, Especificación de material: SA-516-70, Espesor 15.87mm diámetro de agujeros para fluxes 63.5mm.

#### Fluxes

175 fluxes, especificación del material SA-178-A, tipo rectos, diámetro exterior 63.5mm, longitud 3975mm, espesor 2.4mm.

#### Hogar

Hogar tipo corrugado, diámetro exterior 864mm, longitud de cada sección de 228,3658 & 86, Longitud total 3972mm, especificación del material SA-285-C, espesor 9.5mm.

*Tabla 3.6 Tirantes de la Caldera*

Espejo	Especificación del Mat	Tipo	Cant	Diámetro (mm)	Equidistancia Máxima (mm)	Área Neta Total (mm <sup>2</sup> )	Distancia de Tubos/Envolver. (mm)	Área por Atirantar (mm <sup>2</sup> )	Presión max. Trab kg/cm <sup>2</sup>
Frontal	SA-675-60	DIAG	10	32	178	8042.5	533	580734	10.5
Posterior	SA-675-60	DIAG	10	32	178	8042.5	533	58734	10.5

Tabla 3.7 Aberturas y conexiones de la caldera

	Cantidad	Tamaño (mm)	Tipo
Vapor	1	152	Brida
Válvulas de Seguridad	2	75	Cople
Purga de Fondo	2	38	Mediocople
Alimentación	2	51	Mediocople
Purga de Superficie	1	38	Cople
Pre calentador	1	13	Cople
Electronivel Warrick	1	51	Cople
Columna de Nivel	3	32	Cople
Indicador de Temperatura	1	13	Cople
Extra de Vapor	N/A	---	---
Registro Hombre	1	305*406	Elíptico
Registro Mano	6	83*114	Semielíptico

### Soportes de la Caldera

La caldera cuenta con 4 soportes tipo pierna y su fijación es con soldadura directamente al cuerpo de la caldera.

El tratamiento térmico posterior a la soldadura es a 593.33 °C durante 1 hora de permanencia.

La presión máxima de trabajo permisibles es de 10.5 kg/cm<sup>2</sup> basado en PG-27, y la superficie de calefacción es de 139.88 m<sup>2</sup>

Presión de la prueba hidrostática es de 15.75kg/cm<sup>2</sup> y la capacidad de evaporación máxima de diseño es de 5764.5 kg/hr

Tabla 3.8 Válvulas de Seguridad de la caldera

Etiqueta	Locaclización	Cant.	Tamaño (mm)	Orificio o Area de descarga	Fabricante	Tipo o Diseño	Material	Tipo de Coenxión	Presión de Ajuste Kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad de Desfogue Kg/Hr
N/A	Envolvente	1	32	J	Kunkle	Fig.6010	Aleación de Cu	Roscada	10.5	4459
N/A	Envolvente	1	38	H	Kunkle	Fig.6010	Aleación de Cu	Roscada	10.5	2720

Columna de Nivel fabricante cleaver Brooks, modelo CB157RLM maxima presión de trabajo de 10.5 kg/cm<sup>2</sup> valvulas de nivel de 2 a ¾" NPT, tamaño del cristal de nivel de 5/8" x 10 3/4"

Tabla 3,9 Controles de Presión de caldera

	Fabricante	Modelo	Rango kg/cm2
Límite de Operación	Cleaver Brooks	L404A1529	0 - 10.5
Límite Max. de Op	Cleaver Brooks	L404C1188	0 - 10.5
Control Modulante	Cleaver Brooks	L91A1151	0 - 10.5

Manómetro de presión de vapor con diámetro de carátula de 8" rango de 0 a 21 kg/cm2, conexión de 1/4" NPT.



Figura 3.3 Caldera Cleaver Brooks

Tabla 3.10 Datos de Operación de caldera

	VALOR	DESCRIPCION
Capacidad	300	CV
Combustible Utilizado	COMBUSTOLEO	
T de Entrada del Combustible	75	°C
T de Gases de Chimenea	200	°C
Flujo de Combustible	98.51	KG/HR
T de Aire de Tiro Forzado	45	°C
Flujo de Agua de Entrada	4109	KG/HR
T del Cabezal	168	°C
T del Hogar	900	°C
Presión de Inyección	1.2	KG/CM2
Presión del Cabezal	7	KG/CM2
T del Combustible	70	°C
Presión del Aire del Tiro Forzado	1.3	KG/CM2
Presión de Aire de Atomización	2	KG/CM2
Presión de Gases Producto de la Combustión	1.1	KG/CM2
Temperatura de Superficie Lateral	50	°C
Temperatura Ambiente	26	°C
Temperatura de Operación	168	°C
Velocidad del Aire	10	M/HR
Conductividad Térmica del Termoaislante	0.05	W/(M °K)
Coeficiente de Forma para Superficies Planas	1.79	*
Temperatura de Superficie Tapa Frontal	40	°C
Temperatura de Superficie Tapa Posterior	55	°C
Espesor del Material Aislante	0.0508	M
Longitud de Caldera	4.4	M
Diámetro de la Caldera	2.1	M
Superficie de Vigas y Sopoertes	0.56	M2

Tabla 3.11 Composición del Combustóleo

Propiedades	Combustoleo	Peso Molec.	
Análisis elemental			
(peso %)			
Carbón	86.66%	12.011	10.4087326
Hidrógeno	10.30%	1	0.103
Nitrógeno	0.00%	14	0
Azufre	2.00%	32.065	0.6413
Contenido de cenizas	0.04%	54.99	0.0236457
Oxígeno	0.00%	32	0
Agua	1.00%	18	0.18
Contenido de asfaltenos	0.00927	1001	9.27927
Viscosidad (SSF 50 °C)	112		
Grado API	14.7	P.M. Total	11.1766783

Tabla 3.12 Composición del Aire

Nombre	%	Peso Molec	Rel. en Vol.
Nitrógeno	0.79	28.01	
Oxígeno	0.21	32	

Determinación del valor calorico del combustible y los volúmenes de los productos de la combustión del aire

Se determinará el Valor Calórico Bajo del Combustible, para combustibles líquidos y sólidos. En este caso es combustóleo, con la siguiente ecuación:

$$Q_{bc} = 339.147 \cdot C^t + 1256.1 \cdot H^t + 108.86(S^t - O^t) - 25.12(9H^t + W^t) \quad \text{Kj/kg} \quad (3.2)$$

Ct	86.66%
t	10.30%
St	2.00%
Ot	0.00%
Wt	1.00%

$$Q_{bc} = 401.92285 \text{ kJ/kg}$$

Donde:

Ct	Concentración Gravimétrica de trabajo del carbono en el combustible líquido o sólido (%)
Ht	Concentración Gravimétrica de trabajo del hidrógeno en el combustible líquido o sólido (%)
St	Concentración Gravimétrica de trabajo del azufre en el combustible líquido o sólido (%)
Ot	Concentración Gravimétrica de trabajo del oxígeno en el combustible líquido o sólido (%)
Nt	Concentración Gravimétrica de trabajo del nitrógeno en el combustible líquido o sólido (%)
Wt	Concentración Gravimétrica de trabajo de la humedad en el combustible líquido o sólido (%)

A continuación se calcula el Volumen Teórico del Aire Seco con la ecuación

3.3

$$V_a = 0.0889(C^t + 0.375S^t) + 0.265H^t - 0.0333O^t \quad \text{m}^3/\text{kg} \quad (3.3)$$

$$V_a = 0.10500249 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Se pretende realizar los cálculos de la reacción estequiométrica de la combustión en la caldera, para lo cual se requieren de los siguientes datos plasmados en la tabla 3.10 Datos de Operación de la Caldera.

Flujo de Combustóleo	98.51	kg/hr
Densidad	0.982	kg/l

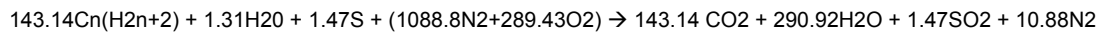


Masa del Combustóleo Utilizado 2364.24 kg

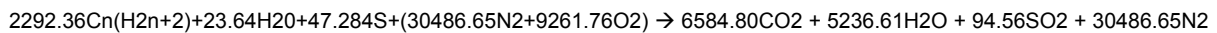
Características del Combustible

	Fórmula	% masa	kg	mol
COMBUSTOLEO	C <sub>n</sub> (H <sub>2n+2</sub> )	96.96%	2292.3671	143.147944
AGUA	H <sub>2</sub> O	1.00%	23.6424	1.31346667
SEDIMENTO	No reacciona	0.04%	1.0166232	no reacciona
AZUFRE	S	2.00%	47.2848	1.47765

Ecuación molar balanceada



Ecuación másica balanceada



Derivado de las ecuaciones balanceadas de la reacción se obtiene el volumen de aire teórico a utilizar.

Volumen de Aire teórico a utilizar: 39748.4239 kg

Obtenido por Balance de Reacción: 1656.18433 kg/hr

Potencial de Ahorro

Presión Total: 1.1 kg/cm<sup>2</sup>

	Fracción mol	Presión Parcial kg/cm <sup>2</sup>	Presión Parcial kpa
CO <sub>2</sub>	0.09390707	0.10329777	10.1300511
H <sub>2</sub> O	0.19084947	0.20993441	20.5875331
SO <sub>2</sub>	0.00096936	0.0010663	0.10456783
N <sub>2</sub>	0.71427411	0.78570152	77.050998

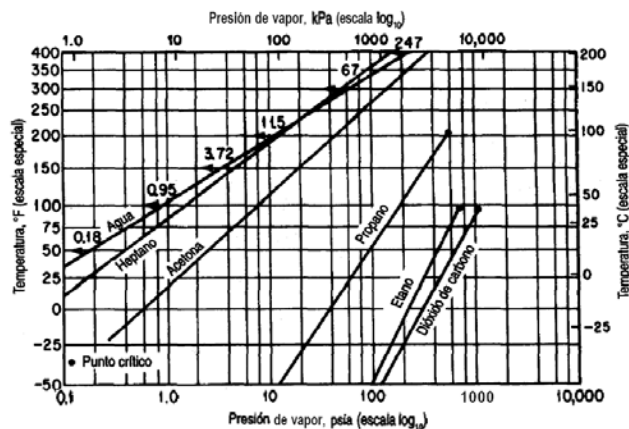


Figura 3.4 Gráfica para el cálculo de la temperatura límite

### Cálculo de la temperatura límite

P vapor de agua	20.58	Kpa
Temp. Vap.	135	°F
Temp. Vap.	57.22	°C
Temp. Límite	117.22	°C

### Cálculo del potencial de Ahorro

Temperatura °K	CP kj/kmol °K	Entalpia kj/kmol
390.22	31.32	12222.92
473	31.91	15095.42

		390.222222				CP		CP
		a	B	c	d	kj/kmol °K	Fracción	kj/kmol °K
CO2	44.01	19.8	0.07344	-0.00005602	1.715E-08	40.946626	0.09390707	3.84517752
H2O	18.015	32.24	0.001924	0.00001055	-3.596E-09	34.3835958	0.19084947	6.5620909
O2	31.999	28.11	-0.00000368	0.00001746	-1.065E-08	30.1344294	0.00096936	0.02921109
N2	28.013	31.15	-0.01357	0.0000268	-1.168E-08	29.2415802	0.71427411	20.8865036
								<b>31.3229831</b>

		473				CP		CP
		a	B	c	d	kj/kmol °K	Fracción	kj/kmol °K
CO2	44.01	19.8	0.07344	-0.00005602	1.715E-08	43.8186999	0.09390707	4.11488556
H2O	18.015	32.24	0.001924	0.00001055	-3.596E-09	35.1298505	0.19084947	6.70451322
O2	31.999	28.11	-0.00000368	0.00001746	-1.065E-08	30.887544	0.00096936	0.02994113
N2	28.013	31.15	-0.01357	0.0000268	-1.168E-08	29.491305	0.71427411	21.0648756
								<b>31.9142155</b>

Se calcula el Potencial de Ahorro con la ecuación 3.4

$$\text{Potencial de Ahorro} = ((h_2 - h_1) / h_2) * 100 \quad (3.4)$$

Donde:

$h_1$  = Entalpía en la Temperatura Límite

$h_2$  = Entalpía con temperatura actual de operación

Potencial de Ahorro = 19.028%

En las siguientes ecuaciones se calculan el Volumen teórico de los productos de la combustión para el cual se utilizan las ecuaciones 3.5 a la 3.9.

Volumen de gases triatómicos

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} \quad (3.5)$$

$$V_{RO_2} = 0.01(1.866C^t + 0.7S^t) \quad \text{M3/kg} \quad (3.6)$$

Donde

Ct= Concentración Gravimétrica de trabajo del carbono en el combustible líquido o sólido (%)

St = Concentración Gravimétrica de trabajo del azufre en el combustible líquido o sólido (%)

$$V_{ro} = 0.01631076 \text{ m3/kg}$$

Volumen Teórico del Nitrógeno

$$V_{N_2} = 0.79V_a + 0.008N^t \quad \text{M3/kg} \quad (3.7)$$

$$V_{N_2} = 0.08295197 \text{ m3/kg}$$

Volumen Teórico del vapor de Agua

$$V_{H_2O} = 0.111H^t + 0.0124W^t + 0.0327V_a + 1.24G_{at} \quad \text{M3/kg} \quad (3.8)$$

$$V_{H_2O} = 0.13891708 \text{ m3/kg}$$

0,1 G at para quemadores Industriales

$$V_g = V_{CO_2} + V_{SO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} \quad \text{M3/kg} \quad (3.9)$$

$$V_g = 0.2381798 \text{ m3/kg}$$

Volumen Real de los Gases Secos

$$V_{gs} = V_{RO_2} + V_{N_2} + (\alpha - 1)V_a$$

$$M3/kg \text{ o } M3/M3 \quad (3.10)$$

Para el desarrollo de esta ecuación se requiere conocer el coeficiente de exceso de aire medio “ $\alpha$ ” el cual se obtiene de la ecuación 3.11

$$\alpha = \frac{\alpha' + \alpha''}{2} \quad (3.10)$$

$$\alpha' = 1.4$$

$$\alpha'' = 2.75$$

$$\alpha = 2.075$$

$\alpha'$  y  $\alpha''$  se obtienen de tablas  
y tenemos que:

$$V_{gs} = 0.2121404 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Volumen Real de Vapor de Agua

$$V_{H_2O} = V_{H_2O} + 0.0327(\alpha - 1)V_a \quad M3/kg \text{ o } M3/M3 \quad (3.12)$$

$$V_{H_2O} = 0.14260818$$

Volumen real de gases

$$V_g = V_{gs} + V_{H_2O} \quad M3/kg \text{ o } M3/M3 \quad (3.13)$$

Fracción volumétrica de gases triatómicos

$$r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_g} \quad (3.14)$$

$$r_{Ro} = 0.04597835$$

Fracción volumétrica del vapor de agua

$$r_{h_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_g} \quad (3.15)$$

$$r_{H_2O} = 0.40199789$$

Fracción volumétrica total de los gases

$$r_g = r_{RO_2} + r_{H_2O} \quad (3.16)$$

$$r_g = 0.44797624$$

De los resultados Obtenidos de las ecuaciones 3.5 a la 3.16 se plasman en la tabla 3.13 de Valores calóricos y volúmenes teóricos y reales de los gases de la combustión.

Tabla 3.13 Valores calórico y volúmenes

Parametros	Unidades	Resultado				
		Superficies				
		Horno	Feston	SCC	ECON	CA
Qbc	<b>kJ/kg</b>	<b>401.92285</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
Va	<b>m3/kg</b>	<b>0.10500249</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
VrO2	<b>m3/kg</b>	<b>0.01631076</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
VN2	<b>m3/kg</b>	<b>0.08295197</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
VH2O	<b>m3/kg</b>	<b>0.13891708</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
$\alpha_t$	*	<b>2.075</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
$\alpha_-$	*	<b>1.4</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
$\alpha''$	*	<b>2.75</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
$\Delta\alpha$	*	<b>1.35</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
Vgs	<b>m3/kg</b>	<b>0.2121404</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
VH2O	<b>m3/kg</b>	<b>0.14260818</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
Vg	<b>m3/kg</b>	<b>0.35474858</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
r RO2	*	<b>0.04597835</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
rH2O	*	<b>0.40199789</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
rg	*	<b>0.44797624</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
uc	<b>KG/KG</b>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Gg	<b>KG/KG</b>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vgr	**	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
rH2Or		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
rrO2		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
rgr		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

El siguiente paso es calcular las entalpías de los productos de la combustión, para lo cual utilizamos las ecuaciones 3.17 a la 3.21.

Para dar cumplimiento a la determinación de las entalpías del aire y los productos de la combustión, primeramente es necesario determinar la entalpía teórica de la parte gaseosa y del aire contenido en los productos de la combustión, así como la entalpía de la ceniza arrastrada por los gases.

Estos cálculos se realizan para un nivel de temperatura entre 373.2 a 473 °K, con un intervalo entre ellos de 100°K.

Posteriormente se pasa al cálculo de las entalpías reales de los productos de la combustión en cada una de las superficies de transferencia de calor, teniendo en cuenta el coeficiente de exceso de aire en cada una de dichas superficies.

Estos cálculos se realizan para el nivel de temperatura posible de trabajo en cada una de las superficies, con un intervalo de 100K.

Este nivel de temperatura está en dependencia de los valores recomendados y de la composición del generador de vapor.

Entalpías de los productos de la combustión

$$I = I_g + I_c \quad (3.17)$$

$$I_g = \dot{I}_g + (\alpha'' - 1)\dot{I}_a \quad (3.18)$$

$$\dot{I}_g = \dot{V}_{RO} \dot{i}_{RO_2} + \dot{V}_{N_2} \cdot \dot{i}_{N_2} + \dot{V}_{H_2O} \cdot \dot{i}_{H_2O} \quad (3.19)$$

$$\dot{I}_a = \dot{V}_a \cdot \dot{i}_{air} \quad (3.20)$$

$$I_c = 0.01 \cdot A^t \cdot a_{arr} \cdot i_{cen} \quad (3.21)$$

Donde:

I = Entalpía de los productos de la combustión (kj/kg)

I<sub>g</sub> = Entalpía de la parte gaseosa de los productos de la combustión (kj/kg)

I<sub>c</sub> = Entalpía de la ceniza en los productos de la combustión (kj/kg)

I<sub>g</sub> = Entalpía teórica de los gases (kj/kg)

I<sub>a</sub> = Entalpía teórica del aire (kj/kg)

$$I_{g \text{ teor}} = 69.6905623 \text{ kj/kg}$$

$$I_a \text{ teor} = 27.4476509 \text{ kJ/kg}$$

$$I_g = 117.723951 \text{ kJ/kg}$$

$$I_c = 0.00072713 \text{ kJ/kg}$$

$$I = 117.724678 \text{ kJ/kg}$$

De los resultados obtenidos en las ecuaciones 3.17 a la 3.21 se plasman la tabla 3.14 y 3.15

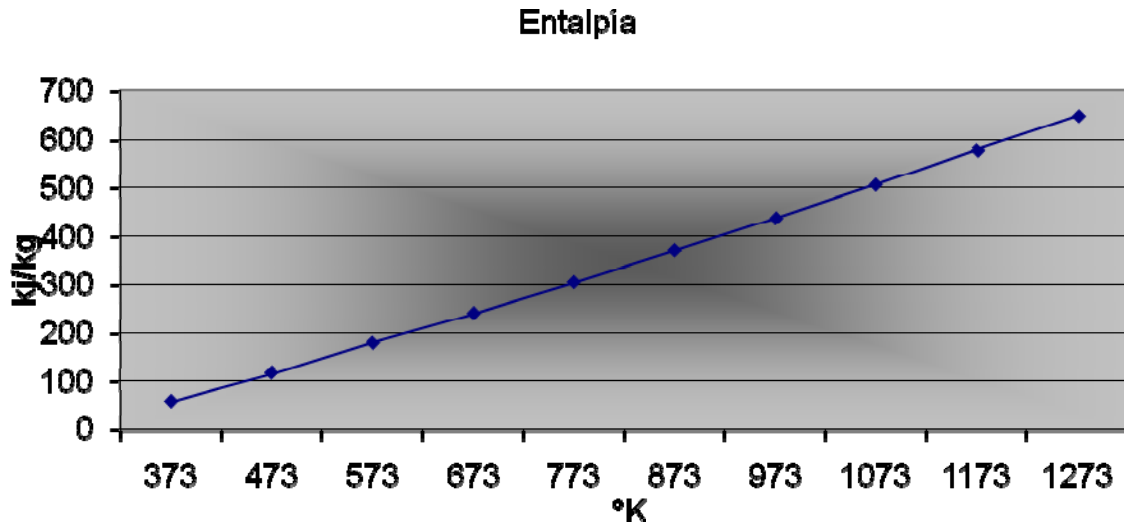
Tabla 3.14 Entalpía de los gases

T (°K)	i CO2 (kJ/m3)	i N2 (kJ/m3)	i H2O (kJ/m3)	i air (kJ/m3)	i cen (kJ/kg)
373	170	129.6	150.5	130	80.8
473	357.5	259.9	304.5	261.4	169.1
573	558.8	392	462.7	395.2	263.8
673	771.8	526.5	626.2	531.6	360.1
773	994.4	663.8	794.9	671.4	458.1
873	1224.7	804.1	968.9	813.9	560.2
973	1461.8	947.5	1148.8	959.6	662.3
1073	1704.9	1093.6	1334.4	1107.4	767
1173	1952.3	1241.6	1526.1	1257.8	875.1
1273	2203.5	1391.7	1722.9	1409.7	985.9

Tabla 3.15 Entalpía de los productos de la combustión

T (°k)	Ia	I <sub>g</sub>	I <sub>c</sub>	I . I <sub>r</sub> (*)		
				Superficies		
				Horno α <sub>h</sub> =	Pantalla α <sub>"</sub> =	Festón α <sub>"</sub> =
				I	I	I
373	13.6503237	58.3184904	0.000559	58.3190494		
473	21.4476509	107.223951	0.00112402	107.225075		
573	41.496984	178.528276	0.00169936	178.529976		
673	55.8193237	240.936544	0.00228588	240.93883		
773	70.4986718	305.080794	0.00288702	305.083681		
873	85.4615266	370.83189	0.00349977	370.835389		

973	100.760389	438.358675	0.00412628	438.362801		
1073	116.279757	507.385006	0.00476182	507.389768		
1173	132.072132	577.964237	0.00540854	577.969646		
1273	148.02201	649.763758	0.00606171	649.76982		



*Figura 3.5 Entalpía de los Productos de la combustión*

Para la conclusión del Balance térmico del generador de vapor, el primer aspecto que se determina es la cantidad de energía disponible, que en forma de calor está apta para ser utilizada en la generación de vapor.

Determinación del calor disponible

$$Q_d = Q_{bc} + Q_{pca} + Q_{at} + Q_{fc} \quad (3.22)$$

Calor físico del combustible

$$Q_{fc} = C_c \cdot (T_c - 273) \quad (3.23)$$

$$C_c = 1.783 + 0.0025(T_c - 273) \quad (3.24)$$



Tabla 3.16 Calores Específicos del Combustóleo

Tc (°K)	Cc (KJ/(KG/°K))
343	1.913
348	1.926
353	1.936
358	1.95
363	1.963
368	1.975
373	1.988
378	2.001
383	2.013
388	2.026
393	2.038
398	2.051
403	2.063

$$C_c = 1.783$$

$$Q_{fc} = 133.725 \text{ kJ/kg}$$

Calor introducido por el vapor de atomización no aplica

Calor físico del aire en el precalentador de aire no aplica

Determinación de las pérdidas de calor

Pérdidas de calor con los gases de escape

$$q_2 = \frac{(I_{ge} - \alpha_{ge} \cdot I_{af})(100 - q_4)}{Q_d} \quad (3.25)$$

$$q_2 = 14.99\%$$

Perdidas de calor por incombustion quimica

$$q_3 = \left( \frac{60 \cdot CO}{CO_2 + CO} \right) \quad (3.26)$$

$$q_3 = 1.137136504 \%$$

Perdidas de calor por incombustión química

Tabla 3.17 Pérdidas de calor por incombustión química

Horno	Combustible	q3	q4
Cámara	Líquido	0.5	0
	Gaseoso	0.5	0
	Gas de Alto Horno	1.5	0
	Sólido	0	0.5-6
Capa	Sólido	0	2-15

$$q_4 = 0$$

Perdidas de calor al exterior a través de la paredes del GV

1. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección natural y forzada, desde la superficie aislada hasta el ambiente  $h_c$  (W/m<sup>2</sup> K):

$$h_c = 3.0075 \times C_x \left[ 1.11 / (T_{sup} + T_a - 510.44) \right]^{0.181} \times \left[ 1.8 \times (T_{sup} - T_a) \right]^{0.266} \times \left( 1 + 7.9366 \times 10^{-4} \times V \right)^{0.5} \quad (3.27)$$

Donde:

$h_c$  = Coeficiente de transferencia de calor por convección natural

$T_{sup}$  = Temperatura de la superficie

$T_a$  = Temperatura Ambiente

$V$  = Velocidad del Aire

2. Cálculo del Coeficiente de transferencia de calor por radiación,  $h_r$  (W/m<sup>2</sup>K)

$$h_r = 0.9824 \times 10^8 \times EMSS \times \frac{T_a^4 - T_{sup}^4}{T_a - T_{sup}} \quad (3.28)$$

Donde:

hr = Coeficiente de transferencia de calor por radiación

EMSS = Emisividad

3. Cálculo del Coeficiente global de transferencia de calor, hs (W/m<sup>2</sup> K)

$$h_s = h_c + h_r \quad (3.29)$$

4. Cálculo del flujo de calor por unidad de área, q (W/m<sup>2</sup>)

$$q = \frac{T_{op} - T_a}{(esp/kais) + (1/h_s)} \quad (3.30)$$

Superficie Lateral

$$h_c = 6.61128882 \quad \text{W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$$

$$h_r = 8.286548126 \quad \text{W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$$

$$h_s = 14.89783695 \quad \text{W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$$

$$q' = 33.0192756 \quad \text{W / m}^2$$

$$Q_1 = 3805.678301 \quad \text{W}$$

Tapa Frontal

$$h_c = 5.82642593 \quad \text{W / m}^2 \text{ } ^\circ\text{k}$$

$$h_r = 7.88565682 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{k}$$

$$h_s = 13.7120827 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{k}$$

$$q' = 32.973434 \text{ W / m}^2$$

$$Q_2 = 114.213225 \text{ W}$$

Tapa Posterior

$$h_c = 6.8976536 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{k}$$

$$h_r = 8.49350783 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{k}$$

$$h_s = 15.3911614 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{k}$$

$$q' = 2185.54492 \text{ W / m}^2$$

$$Q_3 = 7569.86629 \text{ W}$$

$$q_5 = 8642.587117 \text{ W}$$

$$q_{\text{tot}} = 2943$$

$$q_5 = 2.936658891 \%$$

Perdidas de calor con la ceniza extraída del horno

Se considera despreciable

$$q_6 = 0$$

Perdidas de calor por el enfriamiento de vigas y paneles

$$q_7 = \frac{11600H_{vp}}{B \cdot Q_1} \tag{3.31}$$

q7 =

T	45	°C	168	°C
P	0.094470002	Atm	7.43542079	atm
densidad	990.2020294	kg/m3	3.92862545	kg/m3
vol esp	0.001009895	m3/kg	0.25454195	m3/kg
u	188.4155629	kJ/kg	2574.95510	kJ/kg
h	188.4252298	kJ/kg	2766.72548	kJ/kg
s	0.638588922	kJ/kg °C	6.68333504	kJ/kg °C
x	0		1	

B . Q1 = 10594235.75 kJ/hr  
2942.843264 Kw  
q 7 = 0.2207389051 %

#### Resultado de calculos de eficiencias

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7) \quad (3.32)$$

$$n = 80.71\%$$

$$\eta = \frac{Q_{UTIL}}{B \cdot Q_d} \quad (3.33)$$

$$n = 81.24\%$$

### 3.7.2 Analisis Exergetico y Termoeconomico del Generador de Vapor

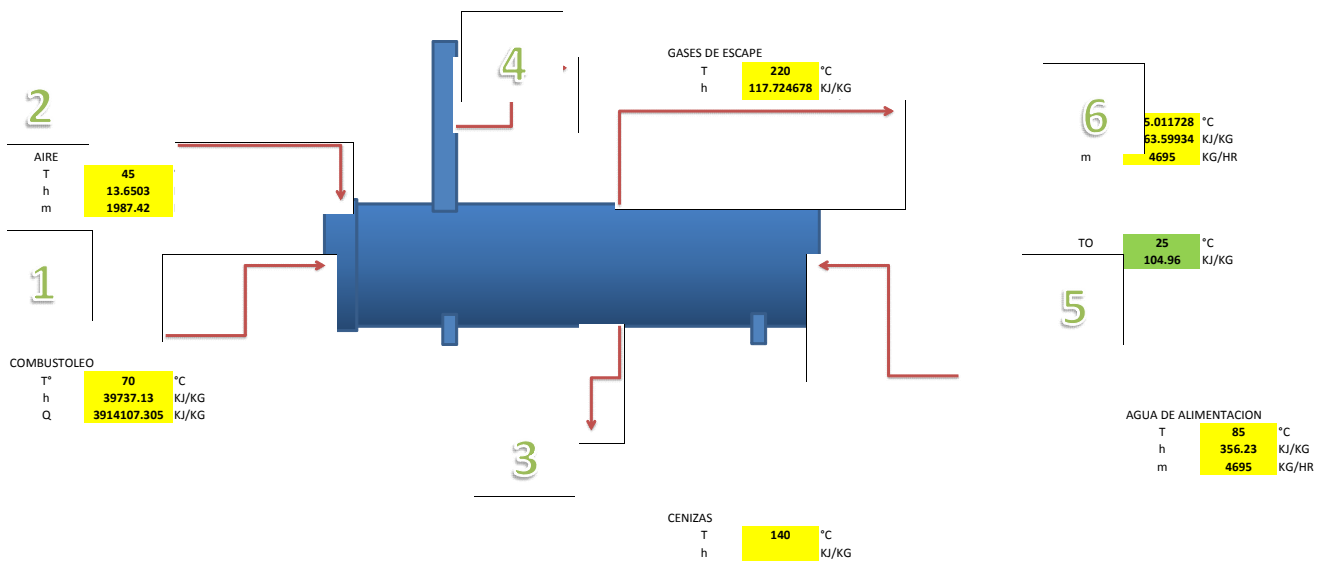


Figura 3.6 Esquema de Entradas y Salidas del GV

Exergia de los productos

$$(3.34)$$

$$EP = (E6 - E5)$$

Exergia del combustible

$$(3.35)$$

$$EF = (E1 + E2) + (E3 - E4)$$

$$x = \left(1 - \frac{T0}{Tk}\right) \cdot Q \quad (3.36)$$

E6 9,590,205.76 KJ/HR

E5 832,738.34 KJ/HR

E1 2,516,211.84 KJ/HR

E2 12,057.28 KJ/HR

E3 NA KJ/HR

E4 192,462.93 KJ/HR

Exergía de los productos

EP = 8,757,467.42 KJ/HR

Exergía del combustible

EF = 2,720,732.05 KJ/HR

Analisis termoeconomico

$$C \text{ TOT} = CF + Z \quad (3.37)$$

donde (3.38)

$$Z = Z \text{ MANTTO} + Z \text{ CAP}$$

Z MANTTO \$ 96,000.00 AÑO

Z CAP \$ 386,900.00 AÑO

Costo del producto (3.39)

$$CP = C6 - C5 \quad (3.40)$$

Costo del combustible

$$CF = (C1 + C2) - (C3 + C4)$$

Equipo: Bomba de combustoleo  
 Potencia (hp) 2  
 Voltaje (v) 220  
 Rpm 1750  
 Amp 4.5  
 Cos fi 0.8

Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (3.41)$$

P= 1.37178424 kw

EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE  
 POTENCIA (HP) 10  
 VOLTAJE (V) 220  
 RPM 3500  
 AMP 20  
 cos fi 0.8

Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual  
 P= 6.096818843 kw

EQUIPO: BOMBA DE DE AGUA  
 POTENCIA (HP) 10  
 VOLTAJE (V) 220  
 RPM 3500  
 AMP 22  
 cos fi 0.8

Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual  
 P= 6.706500727kw

Costo de las corrientes por unidad

C1 = 2.057676359 \$ / KW  
 C2 = 9.145228264 \$ / KW  
 C3 =



C4 =	9.145228264	\$ / KW
C5 =	10.05975109	\$ / KW
C6 =	9.145228264	\$ / KW

#### Costo de las corrientes por año

C1 =	\$	18,025.24
C2 =	\$	80,112.20
C3 =	\$	-
C4 =	\$	80,112.20
C5 =	\$	88,123.42
C6 =	\$	80,112.20

#### Costo del producto

CP =		193,030,202.23
CF =		8,584,067.06
C TOTAL =	\$	9,066,967.06

#### Costo de kw

térmico	\$	5.86
---------	----	------

### 3.7.3 Análisis de ahorro por aislamiento en tanque de almacenamiento

Existen 3 tanques en donde se almacena el combustóleo que quema la caldera, el cual también requiere de vapor para mantener la viscosidad adecuada para que pueda fluir el combustóleo por las tuberías y ser quemado en la caldera.

Durante la inspección de toda la red de vapor así como los equipos que intervienen en la generación, suministro y consumo de vapor se observaron muchos detalles en los cuales se puede tener un ahorro significativo de energía.

Evaluación a Tanque de almacenamiento de Combustóleo.

El tanque de Combustóleo de 30,000 It de la planta procesadora queda en la parte posterior de la planta de tratamientos de aguas y se utiliza para la recepción y almacenamiento del 66% del combustible que se ocupa en la generación de vapor en la caldera.

Con este tanque se asegura la disponibilidad del combustible para suministrar vapor en periodos prolongados sin reabastecer seguido el combustible.

El tanque es tipo horizontal construido en placa de acero al carbón remachada con boquilla de carga en la parte superior. Actualmente el tanque se encuentra muy deteriorado en cuanto al aislamiento térmico y la superficie metálica. Esto debido a que está a la interperie y esto ha hecho que se acelere el daño en el aislamiento, y en su superficie metálica se haga presente la corrosión.



*Figura 3.7 Tanque Receptor de Combustóleo.*

El no tener el adecuado aislamiento térmico provoca que se desperdicie energía por convección de la superficie del tanque hacia el ambiente, esta energía es el vapor que se utiliza para mantener el combustóleo a temperatura determinada para tener una densidad en la que pueda ser fluido para que pase por las tuberías y pueda ser impulsado por las bombas hasta llegar a la caldera.



*Figura 3.8 Tanque Receptor de Combustóleo*

Daños aparentes se ven en la estructura del tanque y está de mas mencionar el Aislamiento Térmico que requiere tener.



*Figura 3.9 Tanque Receptor de Combustóleo*



Figura 3.10 Tanque Receptor de Combustóleo

Se propone el mantenimiento al tanque el cual consiste en la limpieza con Sand Blast y aplicación de protección con esmalte Inorgánico de Zinc RP-4 para extender su vida útil.

Instalación de Aislamiento Térmico (Según normatividad NOM-009-ENER), para el ahorro de energía en vapor que se requiere para calentar el combustóleo.

Se realiza Cálculo de pérdida de vapor por convección en el tanque y tenemos lo siguiente

El cálculo se realiza en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-1995, Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales.

1. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección natural y forzada, desde la superficie aislada hasta el ambiente  $h_c$  (W/m<sup>2</sup> K):

$$h_c = 3.0075 \times Cx [1.11 / (T_{sup} + Ta - 510.44)]^{0.181} \times [1.8 \times (T_{sup} - Ta)]^{0.266} \times (1 + 7.9366 \times 10^{-4} \times V)^{0.5} \quad (3.24)$$

2. Cálculo del Coeficiente de transferencia de calor por radiación,  $h_r$  (W/m<sup>2</sup>K)

$$h_r = 0.9824 \times 10^8 \times EMSSx \frac{Ta^4 - T_{sup}^4}{Ta - T_{sup}} \quad (3.25)$$

3. Cálculo del Coeficiente global de transferencia de calor,  $h_s$  (W/m<sup>2</sup> K)

$$h_s = h_c + h_r \quad (3.26)$$

4. Cálculo del flujo de calor por unidad de área,  $q$  (W/m<sup>2</sup>)

$$q = \frac{Top - Ta}{(esp / kais) + (1 / h_s)}$$

TSUP (°K) = 313.15  
 Ta (°K) = 301.15  
 V (m/h) = 30  
 EMSS= 0.00E+00

hc = 4.327656549  
 hr = 0  
 hs = 4.327656549  
 q = 51.93187859 w/m<sup>2</sup>

Superficie total = 69.11503838 M<sup>2</sup>  
 Perdida de calor total = 3589.27378 W  
 Horas de trabajo: 720  
 Total de Pérdidas 2584.27712 KW  
 Pérdida económica mensual: \$ 15,143.86

Se Requiere del mantenimiento al tanque para prolongar su vida util, de igual manera se integra al proyecto la colocación de aislamiento térmico y protección mecánica con lámina de aluminio.

El costo de la Inversión asciende a:

\$ 69,894.98

Retorno Mensual de la Inversión

\$ 15,143.86

Plazo de Retorno de la Inversión: 5 meses

#### **3.7.4 Propuesta cambio de trayectoria de tubería del cabezal de vapor a escaladora**

En un principio la ubicación de la caldera era cerca del área de compresores, por lo que a un costado de esta se encontraba el cabezal de vapor principal, desde ahí se alimentaba vapor a toda la planta.

Una vez que se ubicó la caldera dentro de la planta de rendimientos este cabezal de vapor siguió alimentándose para ahorrar tubería en la distribución de

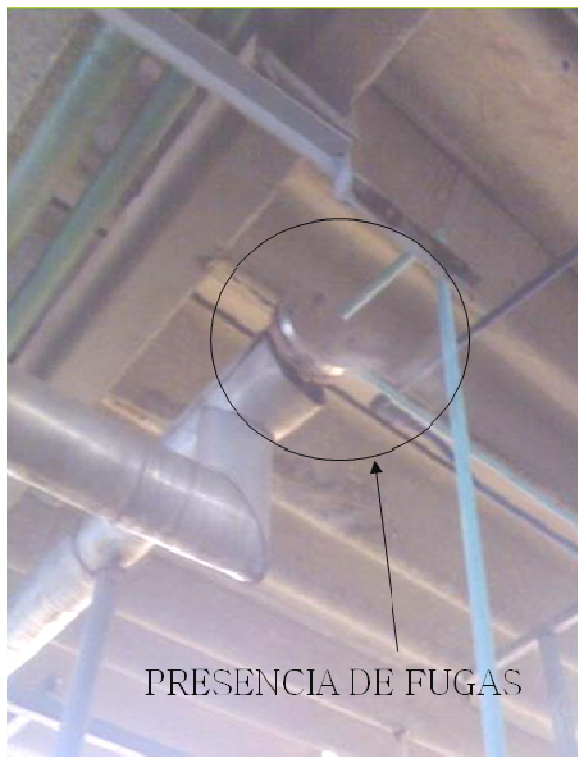
vapor, pero ahora tenía que recorrer un camino mas largo el vapor para llegar a la escaldadora.

Para que el vapor llegue hasta la escaldadora tiene que recorrer actualmente 104.8 m de tubería, cuando puede recortarse esta distancia a 56.5 m.



*Figura 3.11 Cabezal #2 de Vapor*

Esto provoca pérdidas de calor por aislamiento dañado, por válvulas que no se encuentran aisladas y por fugas en uniones deterioradas, también se tiene una diferencial de presión de 28 lb/pulg<sup>2</sup>, desde el cabezal de vapor hasta la escaldadora debido a la cantidad de tubería y accesorios que tiene que recorrer el vapor además de las fugas. Todo lo anterior nos provoca en el proceso que calentar el agua de la escaldadora sea más lento y que la calidad del vapor disminuya.



PRESENCIA DE FUGAS



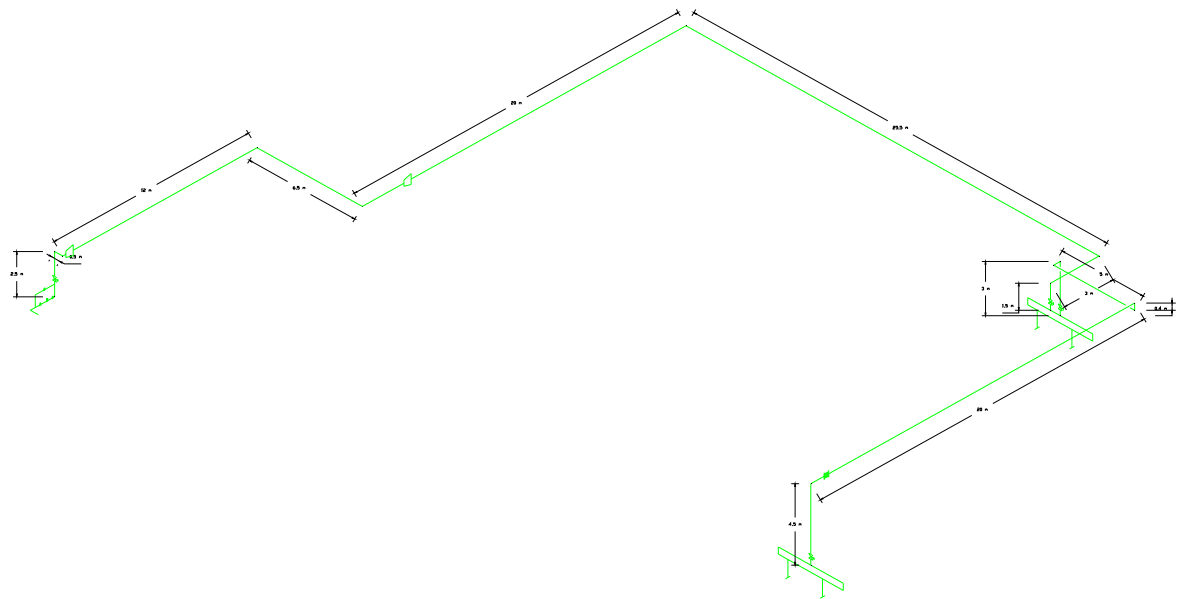
PRESENCIA DE FUGAS

*Figura 3.12 Fuga en Brida*

*Figura 3.13 Fuga en Válvula*

En la instalación actual el largo de tubería es excesivo y su utilidad nula, debido a que no aporta en nada el que la línea tenga este recorrido, al contrario, provoca pérdidas de energía por aislamiento y uniones, así como la caída de presión del vapor y disminuye la calidad del vapor a proceso.

Instalación Actual: Este es el recorrido que actualmente lleva a cabo el vapor desde el cabezal principal de vapor hasta la escaldadora.



*Figura 3.14 Instalación Actual de Línea de Alimentación*

La propuesta es modificar la trayectoria de la tubería de vapor desde el cabezal principal de vapor hasta la escaldadora con la tubería adecuada y con

aislamiento nuevo para evitar pérdidas de calor por transferencia al ambiente y caídas de presión en el suministro.

Teniendo de esta manera una mejor calidad de vapor en la escaldadora y ahorro de energía, por reemplazar aislamiento dañado y pérdidas en fugas. (Propuesta de Instalación)

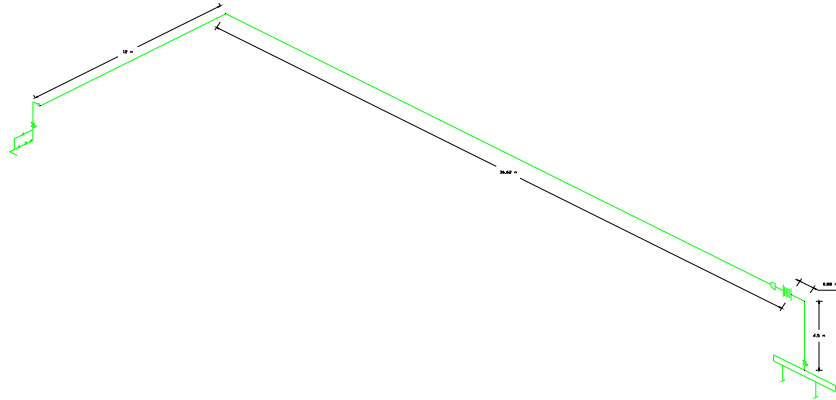


Figura 3.15 Propuesta de Instalación de Línea de Alimentación de Vapor

Se Realiza el cálculo de pérdida de vapor en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-1995 Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales.

b) Tuberías

Para el cálculo de la pérdida o ganancia de calor y la temperatura en la superficie en tuberías hasta 609mm de diámetro nominal, se emplearan las siguientes relaciones.

1. Cálculo del diámetro aislado,  $d_a$ (m):

$$d_a = d_o + 2 \times esp \tag{3.39}$$

2. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección natural y forzada, desde la superficie aislada hacia el ambiente,  $h_c$ (W/mK):

$$h_c = 2.724 \times C_x (d_a)^{-0.6} \times \left[ \frac{1.11}{t_{sup} + t_a - 510.44} \right]^{0.181} \times [1.8 \times (t_{sup} - t_a)]^{0.266} \times (1 + 7.9366 \times 10^{-4} \times V)^{0.5} \tag{3.40}$$

3. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor por radiación,  $h_r$ (W/m<sup>2</sup>K):

$$h_r = 0.9824 \times 10^{-8} \times EMSS \times \frac{t_a^4 - t_{sup}^4}{t_a - t_{sup}} \tag{3.41}$$



4. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor,  $h_s$ (W/m<sup>2</sup>K):

$$h_s = h_c + h_r \quad (3.42)$$

5. Cálculo del flux de calor,  $q$ (W/m)

$$q = \frac{\pi x (t_{op} - t_a)}{\frac{1}{2xk_{ais}} \ln \frac{d_a}{d_o} + \frac{1}{h_s x d_a}} \quad (3.43)$$

Se toman los datos necesarios para el desarrollo del cálculo y obtenemos que

Diámetros

diametros

4" 0.1016

3" 0.0762

2" 0.0508

3/4" 0.01905

t<sub>op</sub> = 437.34 °K

t<sub>sup</sub> = 313.15 °K

t<sub>amb</sub> = 301.15 °K

V = 30 m/h

EMSS = 0

KAIS = 0.04

Calculo de perdida en tuberia de 4"

da = 0.00774192 M

C = 1.016 para tuberias

hc = 7.37305835 W / m °K

hr = 0 W / m<sup>2</sup> °K

hs = 7.37305835 W / m<sup>2</sup> °K

q = -29.1828042 W/m

Metros de tubería de 4": 32 m

-968.869101 W

Calculo de perdida en tuberia de 3"

da = 0.00580644 M

C = 1.016 para tuberias

hc = 7.80971918 W / m °K

hr = 0 W / m<sup>2</sup> °K

hs = 7.80971918 W / m<sup>2</sup> °K

q = -42.2463513 W/m

Metros de tubería de 3" 45m

-1901.08581 W

CALCULO DE PERDIDA EN TUBERIA DE 2"

da = 0.00387096 M  
C = 1.016 para tuberías  
hc = 8.46942 W / m °K  
hr = 0 W / m<sup>2</sup> °K  
hs = 8.46942 W / m<sup>2</sup> °K  
q = -254.982842 W/m  
Metros de tubería de 2", 23.5 m  
-5992.0978W

Operación diaria promedio 12 horas

Horas de trabajo al mes: 312 horas

Pérdida del KW térmico al mes 2764.96913 KW térmico

Costo del KW Térmico \$5.86

Pérdida al mes \$ 16,202.67

Se propone la instalación de tubería de 4" ac. Al carbón ced 80 hasta la derivación de la escaldadora con pocos accesorios para evitar caídas de presión, la colocación de aislamiento térmico a base de lana mineral para evitar pérdidas de calor.

El costo del proyecto es de \$ 53,813.45

Por lo que el retorno de la inversión es de 4 meses, y el tiempo de vida de la instalación es de cerca de 10 años en condiciones normales de operación..

### **3.7.5 Auditoria de trampas de vapor**

Alcances del Trabajo de la Auditoría de Trampas de Vapor y Especificaciones Técnicas

En el Lugar de trabajo:

1.- Todas las trampas de vapor están localizadas, identificadas y etiquetadas con una placa de acero inoxidable o aluminio, siendo esta sujeta con un clip.

2.- Cada trampa es probada para determinar su estado o condición de operación. El método utilizado debe incluir ultrasónico e inspección visual donde sea posible.

3.- Una etiqueta temporal de color rojo con blanco es colocada en cada trampa defectuosa en adición a la placa de acero inoxidable o aluminio.

4.- Las notas se componen de problemas específicos. Algunos son: golpe de ariete, aislamiento insuficiente o inapropiado. Fugas en válvulas o en tubería, instalación inadecuada de trampas y otros problemas relacionados al vapor.

5.- Las hojas de registro contienen los siguientes datos.

- a) Número de placa
- b) Ubicación
- c) Elevación
- d) Fabricante y modelo
- e) Conexión
- f) Aplicación
- g) Equipo
- h) Instalación
- i) Condición de trampa

Para determinar la condición de operación de una trampa de vapor se hace uso de una combinación de métodos de prueba. Se recomienda el uso del método auditivo por medio de equipo de ultrasonido aunado con la observación visual de descarga de la trampa, cuando este último sea posible. Cuando la condición de descarga a la atmósfera no es posible, entonces el uso del dispositivo ultrasónico puede ser usado para determinar el estado de operación de la trampa.

El método de medición de temperatura no muestra la condición de operación de la trampa. Esta es simplemente una señal de la correspondiente presión de saturación “aguas arriba” de la trampa y de la presión de la línea de retorno de condensado “aguas abajo” de la trampa. El determinar la contrapresión en el sistema de retorno de condensado ayuda a cuantificar la cantidad de vapor vivo perdido por una trampa dañada.

El equipo de ultrasonido provee información bastante clara de como está operando la trampa. Una trampa balde invertido operando normalmente emite un sonido definido cuando el balde se hunde y se abre la válvula de la trampa. De esta forma descarga el condensado hasta que el vapor que entra al balde lo hace flotar y por ende cierra la válvula. En presencia de cargas extremadamente bajas de condensado el balde se escucha ruidosamente en forma continua lo que algunas

veces es llamado “trampa goteando”, esto sigue siendo una operación normal de la trampa y no representa pérdida de vapor alguna. Este efecto podría también ser una señal de una trampa sobredimensionada, por lo tanto se requiere un orificio de menor diámetro o restringido.

Los sonidos de operación normal de la trampa flotador y termostática (F&T) son difíciles de restringir, debido a que descarga de manera constante el condensado, sin ciclos de operación. Cerrando la válvula a la entrada de la planta, permitiendo que el condensado se acumule, posteriormente abrir la válvula de cierre para que llegue una gran descarga de condensado a la planta, esta se escuchará abriendo y luego modulando hacia un estado de flujo constante. El elemento termostático de la trampa de flotador y termostática a menudo abre para liberar aire, haciendo más difícil aun el determinar el estado de operación de la trampa.

La trampa termostática también abre por ciclos, pero su apertura es más suave que la trampa de balde invertido o la trampa de disco. La trampa termostática que abre por subenfriamiento opera de manera similar que la trampa de flotador. El elemento primario para apertura puede ser un fuelle o resorte bimetálico, abriendo o cerrando la trampa según el diferencial de temperatura seleccionado.

Una determinación final de la operación de una trampa es el método visual. Esta prueba puede ser llevada a cabo solo si hay descarga a la atmósfera o si hay válvula de prueba. En caso de que exista válvula de prueba después de la trampa, cierre la válvula a la salida de la trampa, y abra la válvula de prueba, ahora la trampa actuará con descarga a la atmósfera. Si existiese una alta contrapresión en la línea de retorno, algunos tipos genéricos de trampas operarán de manera diferente, no descargarán igual que si lo hiciesen a la atmósfera, por lo que es importante conocer como operan los diferentes tipos genéricos de trampas al estar sujetas a diferentes condiciones de operación. Abriendo la válvula de prueba de la trampa se puede determinar si la trampa está acumulando condensado.

*Tabla 3.18 Resumen por tipo de trampas*

Tipo	Generico	Poblacion de trampas	% del total	Con falla	Falla en servicio
DC	Disco	7	58.3%	3	75%

FL	Flotador	1	8.3%	1	100%
IB	Cubeta Invertida	4	33.3%	0	0
Total		12	100%	4	

*Tabla 3.19 Resumen por fabricante de trampas*

Fabricante		Poblacion de trampas	% del total	Con falla	Falla en servicio
ARM	Armstrong	2	16.7%	1	100%
SPI	Spirax Sarco	10	83.3%	3	50%
Total		12	100%	4	

*Tabla 3.20 Resumen por tipo de aplicación de trampas*

Aplicación		Poblacion de trampas	% del total	Con falla	Falla en servicio
DR	PC	2	16.7%	0	0%
PR	Proceso	10	83.3%	4	66.7%
Total		12	100%	4	

*Tabla 3.21 Resumen por condición de operación*

Estado de op		Poblacion de trampas	% del total
BT	Fuga Total	2	16.7%
LK	Fuga Parcial	1	8.3%
OK	Buen Estado	3	25%
OS	Fuera de Servicio	5	41.7%
RC	Ciclado Rápido	1	8.3%
Total		12	100%

FECHA TECNICO PAG MESES / AÑO 14/09/2008 MAS/RRF 1 DE 1

CLIENTE UBICACIÓN BACHOCO S.A. DE C.V. CARR. TRANSIST. KM 7.5 COATZACOALCOS, VER

ALLA

Tam. Ent.	Condens.	P. ent.	AISLAMIENTO	Dirección	Tubería	Vapor	Estado de Operación
Sal.	Elev	Sal.	O	Filtro	Valv. Ent	Valv. Sal	Desc
50	3 mt	5	MW	H		O C	LK
50	0 bar	0 bar			1		0
	Sobrecal.			2			
	Paro Requerido		Transisor	Alarm/Temp			Seguimiento
			Receptor	Conduct			Fecha
			Trampa Crit.	No Monitoreada			05-mar-09

Recomendación  
Se debe instalar correctamente y revisar partes internas que están en buen estado.  
Comentarios  
La trampa está mal instalada

Tam. Ent.	Condens.	P. ent.	AISLAMIENTO	Dirección	Tubería	Vapor	Estado de Operación
Sal.	Elev	Sal.	O	Filtro	Valv. Ent	Valv. Sal	Desc
25	3 mt	7	NO	H		O C	RC
25	0 bar	0 bar			1		0
	Sobrecal.						
	Paro Requerido		Transisor	Alarm/Temp			Seguimiento
			Receptor	Conduct			Fecha
			Trampa Crit.	No Monitoreada			05-mar-09

Recomendación  
Se debe reemplazar la Trampa de Vapor  
Comentarios  
La Trampa esta fallando.

Tam. Ent.	Condens.	P. ent.	AISLAMIENTO	Dirección	Tubería	Vapor	Estado de Operación
Sal.	Elev	Sal.	O	Filtro	Valv. Ent	Valv. Sal	Desc
20	3 mt	7	NO	H		O C	BT
20	0 bar	0 bar			1		0
	Sobrecal.						
	Paro Requerido		Transisor	Alarm/Temp			Seguimiento
			Receptor	Conduct			Fecha
			Trampa Crit.	No Monitoreada			05-mar-09

Recomendación  
Se debe reemplazar la Trampa de Vapor  
Comentarios  
La Trampa esta fugando vapor vivo

Tam. Ent.	Condens.	P. ent.	AISLAMIENTO	Dirección	Tubería	Vapor	Estado de Operación
Sal.	Elev	Sal.	O	Filtro	Valv. Ent	Valv. Sal	Desc
20	3 mt	7	NO	H		O C	BT
20	0 bar	0 bar			1		0
	Sobrecal.						
	Paro Requerido		Transisor	Alarm/Temp			Seguimiento
			Receptor	Conduct			Fecha
			Trampa Crit.	No Monitoreada			05-mar-09

Recomendación  
Se debe reemplazar la Trampa de Vapor  
Comentarios  
La trampa presenta fuga total y está mal instalada

Costos de Inversión en Trampas de Vapor y Retorno de la Inversión

Trampa de Vapor de Cocedor # 4

Pérdida de Vapor al Año \$ 18,698.99

Propuesta: Trampa para Vapor de Cubeta Invertida Tipo estación con controlador automático de condensados Modelo TVS 81-DC \$ 19,632.00

Retorno de la Inversión: 13 meses

Trampa de Vapor de Tanque de día

Pérdida de Vapor al Año \$ 15,205.96

Propuesta: Trampa de Vapor tipo estación Modelo TVS 811 en cubeta invertida, con válvulas de entrada y salida tipo pistón, con filtro integrado, puerto inferior de 3/8" NPT para colocar válvula de purga y puerto superior para la instalación de válvula de prueba \$ 6,012.00

Retorno de la Inversión: 5 meses

Trampa de Vapor en Tanque de Combustóleo # 2

Pérdida de Vapor al Año \$ 46,001.88

Propuesta: Trampa de Vapor tipo estación Modelo TVS 811 en cubeta invertida, con válvulas de entrada y salida tipo pistón, con filtro integrado, puerto inferior de 3/8" NPT para colocar válvula de purga y puerto superior para la instalación de válvula de prueba \$ 6,012.00

Retorno de la Inversión 2 meses

Trampa de Vapor en Tanque de Combustóleo # 1

Pérdida de Vapor al Año \$ 46,001.88

Propuesta: Trampa de Vapor tipo estación Modelo TVS 811 en cubeta invertida, con válvulas de entrada y salida tipo pistón, con filtro integrado, puerto inferior de 3/8" NPT para colocar válvula de purga y puerto superior para la instalación de válvula de prueba \$ 6,012.00

Retorno de la Inversión 2 meses

### 3.8 Auditoria a motores eléctricos

Se hace un levantamiento para la integración de un kardex de todos los motores instalados en la planta, por equipo instalado, recabando los siguientes datos: cantidad, descripción del equipo, área, conectado en, voltaje, rpm, potencia en HP, y marca. Ver anexo 1

Para la identificación de los motores ineficientes o en los que se puede obtener un ahorro significativo por reemplazo por un motor de alta eficiencia, o simplemente instalar el del diseño adecuado para cada tipo de trabajo, se midió el consumo de cada motor en operación y comparado contra los datos de placa, para revisar su estado y a su vez se fue comparando contra el consumo de un motor de características similares pero de alta eficiencia.

De los motores que se encontraron fuera de parámetros y con ahorro potencial al ser reemplazados por un motor de alta eficiencia se enuncian en la tabla 3.23

*Tabla 3.23 Motores con elevado consumo de Energía.*

CANT	DESCRIPCION	AREA	CONECTADO EN	VOLTAJE	RPM	HP 3F	MONTO
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVICERADO	CCM SIST. 2	220	1750	75	TOSHIBA
1	BOMBA DE TORRE DE ENFTO # 2	CAMARAS	CCM SIST. OLORES	440	3600	50	U.S.
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVICERADO	CCM PROCESO	220	1750	30	SIEMENS



1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	30	SIEMENS
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	10	US
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISGERADO	CCM EVISGERADO	220	1750	10	US
1	TAMBOR DE TRIT DE HIELO No 1	ENHIELADO	CCM EVISGERADO	220	1750	10	SIEMENS

Se realiza el cálculo del consumo de cada uno de estos motores a plena carga, tomando datos en campo en cada motor, y se hace el cálculo del comparativo de consumo con un motor de alta eficiencia.

#### Motor de Compresor de Amoniaco # 4 de Proceso

EQUIPO: COMPRESOR DE AMONIACO # 4 DE PROCESO	
POTENCIA (HP)	75
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	150
cos fi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$	
P= 45.72614132 kw	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	75
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	112.5
cos fi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$	
P =	38.58143174 kw
Ahorro(Kw)	7.14



Figura 3.16 Motor de Compresor # 4 N4WB-II de Amoniaco

Motor de Bomba de Torre de Enfriamiento # 2

EQUIPO: BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	
POTENCIA (HP)	50
VOLTAJE (V)	440
RPM	3600
AMP	110
cos fi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$	
P = 67.06500727 kw	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	50
VOLTAJE (V)	440
RPM	3600
AMP	90
cos fi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi$	
P = 61.73029078 kw	Ahorro(Kw) 5.33



Figura 3.17. Motor de Bomba # 2 de Torre de Enfriamiento

### Motor de Bomba de Vacío Nash

EQUIPO: BOMBA DE VACIO NASH	
POTENCIA (HP)	30
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	90
cos fi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
P=	27.43568479 kw
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	30
VOLTAJE (V)	220
RPM	3600
AMP	70
cos fi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
P =	24.00622419 kw
Ahorro(Kw)	3.43



Figura 3.18 Motor de Bomba de Vacío Nash

Motor de Compresor de Aire Joy

EQUIPO: COMPRESOR DE AIRE JOY	
POTENCIA (HP)	30
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	85
cosfi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 25.91148008 \text{ kw}$	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	30
VOLTAJE (V)	220
RPM	3600
AMP	70
cosfi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 24.00622419 \text{ kw}$	
Ahorro(Kw)	1.91



Figura 3.19 Motor de Compresor de Aire Joy

Motor del Soplador de Escaldadora

EQUIPO: SOPLADOR DE ESCALDADORA	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	31
cosfi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 9.450069206 \text{ kw}$	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	25
cosfi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 8.573651497 \text{ kw}$	
Ahorro(Kw)	0.88



Figura 3.20 Motor del Soplador de Escaldadora

Motor de Soplador del Chiller

EQUIPO: SOPLADOR DEL CHILLER	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	32
cosfi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 9.754910148 \text{ kw}$	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	25
cosfi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 8.573651497 \text{ kw}$	
Ahorro(Kw)	1.18



Figura 3.21 Motor de Soplador del Chiller

Motor del Tambor de Trituradora de Hielo # 1

EQUIPO: TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	34
cos fi	0.8
Calculo de la Potencia Absorbida por el Motor Actual	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 10.36459203 \text{ kw}$	
Calculo de la Potencia Absorbida por un Motor de Alta Eficiencia	
POTENCIA (HP)	10
VOLTAJE (V)	220
RPM	1750
AMP	25
cos fi	0.9
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$P = 8.573651497 \text{ kw}$	
<b>Ahorro(Kw)</b>	<b>1.79</b>



*Figura 3.22 Motor del Tambor de la Trituradora de Hielo # 1*

Por lo que sumando todos los ahorros tenemos 21.66 kw, por el reemplazo de estos motores por unos motores de alta eficiencia.

A continuación se hace el cálculo de consumo de cada uno de los motores estimando sus horas de operación durante el año, considerando que se tiene una tarifa horaria y que en esta interviene el horario de verano e invierno aplicado a la región.

*Tabla 3.24 Tarifa HM en verano*

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

*Tabla 3.25 Tarifa HM en horario de invierno*

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	



Calculo de consumo de horas de trabajo de cada motor durante un año, en cada horario, tomando en cuenta los meses de horario de verano e invierno, según su trabajo estimado para el proceso de producción.

*Tabla 3.26 Tiempo de trabajo por horario*

CANT	DESCRIPCION	AREA	HP 3F	HORAS BASE	HORAS INTER	HORAS PUNTA
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	75	1936	4816	736
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	50	1936	4816	736
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	30	1936	2408	368
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	30	1936	4816	736
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	10	1936	2408	368
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	10	1936	2408	368
1	TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	ENHIELADO	10	1936	2408	368

Calculo de Kw gastado por cada uno de los motores actualmente instalados según sus horas de trabajo anteriormente calculadas para cada horario

*Tabla 3.27 Consumo de Energía eléctrica estimado por horario*

CANT	DESCRIPCION	AREA	HP 3F	kw base	kw inter	kw punta
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	75	13832.15775	34408.92134	5258.506252
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	50	10328.01112	25691.9946	3926.351335
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	30	6639.43572	8258.141122	1262.0415
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	30	3688.5754	9175.712358	1402.268334
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	10	1696.744684	2110.413842	322.5217168
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	10	2286.916748	2844.470831	434.7031835
1	TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	ENHIELADO	10	3467.260876	4312.584808	659.0661169

Costo del Kw por cada Horario, no considerando el incremento normal del costo cada mes que aplica el Gobierno, solo para fines de cálculo se toma el dato del costo por KW, en cada horario al mes de Septiembre del 2008.

*Tabla 3.28 Costo de Energía eléctrica por horario*

CANT	DESCRIPCION	AREA	HP 3F	\$ kw base	\$ kw inter	\$ kw punta
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	75	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98

1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	50	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	30	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	30	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	10	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	10	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98
1	TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	ENHIELADO	10	\$ 1.04	\$ 1.23	\$ 1.98

*Tabla 3.29 Costo de facturación por cada horario durante un año de cada motor*

CANT	DESCRIPCION	AREA	HP 3F	costo base	costo inter	costo punta
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	75	\$ 14,385.44	\$ 42,322.97	\$ 10,411.84
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	50	\$ 10,741.13	\$ 31,601.15	\$ 7,774.18
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	30	\$ 6,905.01	\$ 10,157.51	\$ 2,498.84
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	30	\$ 3,836.12	\$ 11,286.13	\$ 2,776.49
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	10	\$ 1,764.61	\$ 2,595.81	\$ 638.59
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	10	\$ 2,378.39	\$ 3,498.70	\$ 860.71
1	TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	ENHIELADO	10	\$ 3,605.95	\$ 5,304.48	\$ 1,304.95

Sumando el costo de facturación de cada uno de los motores, y obteniendo de un proveedor de Motores de alta eficiencia para el reemplazo de estos se calcula el retorno de la inversión estimando los ahorros.

La mayoría de estos motores tiene su retorno de la inversión antes de un año, mientras que el tiempo de vida de cada uno de estos motores es entre 8 y 10 años según la operación. Lo cual hace completamente redituable el reemplazo de estos motores.

*Tabla 3.30 Ahorro en Motores de Alta Eficiencia*

CANT	DESCRIPCION	AREA	HP 3F	Ahorro Anual	\$ Motor	Retorno de la Inversión	
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	75	\$ 67,120.26	\$ 47,390.00	8.47	meses
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	50	\$ 50,116.46	\$ 29,480.00	7.06	meses
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	30	\$ 19,561.37	\$ 17,300.00	10.61	meses
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIENTOS	30	\$ 17,898.74	\$ 17,300.00	11.60	meses
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	10	\$ 4,999.02	\$ 6,595.00	15.83	meses
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	10	\$ 6,737.80	\$ 6,595.00	11.75	meses
1	TAMBOR DE TRITURADORA DE HIELO No 1	ENHIELADO	10	\$ 10,215.38	\$ 6,595.00	7.75	meses

### 3.9 Auditoría a Iluminación

Se realizó el levantamiento de las condiciones y tipos de instalación de cada una de las áreas de la planta en cuanto a la iluminación, con esto se determina la

cantidad de energía utilizada por parte de la Iluminación y si existen áreas de oportunidad a mejorar para el ahorro de energía.

*Tabla 3.31 Censo de Luminarias por Área*

TIPO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	AREA
VAPOR DE SODIO	350	7	ALUMBRADO EXTERIOR
LUZ MIXTA	500	1	ALUMBRADO EXTERIOR
VAPOR DE MERCURIO	175	1	ANDEN DE ESPERA
VAPOR DE MERCURIO	400	4	ANDEN DE MERCADO PUBLICO
VAPOR DE MERCURIO	175	4	ANDEN DE MERCADO PUBLICO
FLUORESCENTE 2 X 75	150	5	COMPRESORES DE AMONIACO
FLUORESCENTE 2 X 75	150	2	EXTERIOR PTA DE REND Y MORRIS
VAPOR DE MERCURIO	175	1	EXTERIOR PTA DE REND Y MORRIS
VAPOR DE SODIO	150	6	FABRICA DE HIELO
FLUORESCENTE 2 X 54	108	28	FABRICA DE HIELO
FLUORESCENTE 2 X 75	150	1	FABRICA DE HIELO
INCANDESCENTE 100W	100	4	FABRICA DE HIELO
FLUORESCENTE 150W	150	12	FABRICA DE HIELO
VAPOR DE MERCURIO	175	6	PTA DE RENDIMIENTOS
LUZ MIXTA	450	2	PTA DE RENDIMIENTOS
VAPOR DE MERCURIO	175	4	TRATAMIENTOS DE AGUAS
HALOGENO	150	1	PRELAVADO DE CESTAS
VAPOR DE MERCURIO	175	1	PRELAVADO DE CESTAS
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	OFICINA MANTTO
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	OFICINA SERV
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	OFICINA GERENCIA
FLUORESCENTE 2 X 39	78	7	OFICINA ADMON
FLUORESCENTE 2 X 39	78	6	ALMACEN DE EMPAQUE
FLUORESCENTE 2 X 39	78	1	BODEGA DE SANIDAD
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	OFICINA DE CAMARAS
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	OFICINA DE CALIDAD
FLUORESCENTE 2 X 39	78	3	LOCKERS # 1
FLUORESCENTE 2 X 75	150	3	ALMACEN DE REFACCIONES
FLUORESCENTE 2 X 75	150	3	BAÑOS LOCKERS HOMBRES
FLUORESCENTE 2 X 75	150	2	LOCKERS DE RENDIMIENTOS

FLUORESCENTE 2 X 75	150	2	BAÑOS DE DAMAS # 1
FLUORESCENTE 2 X 75	150	2	BAÑOS DE DAMAS # 2
FLUORESCENTE 2 X 75	150	3	TALLER DE MANTTO
FLUORESCENTE 2 X 75	150	5	ANDEN DE DESCARGA
VAPOR DE MERCURIO	175	8	MATANZA
FLUORESCENTE 2 X 75	150	11	SUBESTACION
FLUORESCENTE 2 X 39	78	1	SUBESTACION
VAPOR DE MERCURIO	175	2	LAVADO DE CESTAS
FLUORESCENTE 2 X 75	150	10	EVISCERADO
FLUORESCENTE 2 X 39	78	1	EVISCERADO
VAPOR DE MERCURIO	175	8	EVISCERADO
FLUORESCENTE 2 X 75	150	2	SALA DE CORTES II
FLUORESCENTE 2 X 39	78	2	SALA DE CORTES II
FLUORESCENTE 2 X 75	150	4	SALA DE CORTES I
VAPOR DE MERCURIO	175	2	CAMARA DE CONSERVACION 1
VAPOR DE MERCURIO	175	2	CAMARA DE CONSERVACION 2
VAPOR DE MERCURIO	175	2	ANDEN DE EMBARQUES DE CAMARAS
HALOGENO	150	2	ANDEN DE EMBARQUES DE CAMARAS

Tabla 3.32 Resumen por tipo de luminaria

TIPO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	TOTAL
FLUORESCENTE 150W	150	12	1800
FLUORESCENTE 2 X 39	78	36	2808
FLUORESCENTE 2 X 54	108	28	3024
FLUORESCENTE 2 X 75	150	55	8250
HALOGENO	150	3	450
INCANDESCENTE	100	4	400
LUZ MIXTA	500	1	500
LUZ MIXTA	450	2	900
VAPOR DE MERCURIO	175	41	7175
VAPOR DE MERCURIO	400	4	1600
VAPOR DE SODIO	350	7	2450
VAPOR DE SODIO	150	6	900
		TOTAL	30257

Se observa solo área de oportunidad en el Alumbrado de Fábrica de Hielo en las 4 lámparas incandescentes utilizadas en fábrica de hielo, las cuales no son las más adecuadas para el área, así como se puede tener un ahorro de 300W al cambiarlas por fluorescentes de 35W. Pero en las demás áreas existe el alumbrado adecuado para cada una, por lo que no se tiene un potencial de ahorro de energía en iluminación, al contrario de esto, se observaron áreas con iluminación deficiente y que se requiere mayor número de luminarias, como es, lámparas de vapor de sodio en alumbrados exteriores, lámparas de vapor de mercurio en área de andén de mercado público y área de cámaras de conservación, las cuales están sus niveles de iluminación muy por debajo de lo que marca la normatividad en cuanto al tipo de trabajo.

### 3.10 Auditoría a aire acondicionado

Durante la revisión de datos para la auditoría, se hace el censo de los equipos de aire acondicionado de la Planta, para obtener su aportación en el consumo de energía de la planta, y conocer sus características e instalaciones y observar las áreas de oportunidad para el ahorro de la energía.

#### 3.33 Equipos de Aire Acondicionado por Área

AREA	TIPO	CAPACIDAD (BTU)	VOLTAJE
Oficina de Servicios	Ventana	12000	220
Oficina de Mantto	Ventana	12000	220
Oficina de Camaras	Ventana	12000	220
Oficina de Calidad	Ventana	12000	220
Oficina de RI	Ventana	12000	220
Oficina de Admon	Ventana	12000	220
Oficina de Admon I	Ventana	18000	220
Gerencia	Ventana	12000	220
Almacén	Ventana	18000	220
CCM rendimientos	Minisplit	24000	220

Tipo de equipos Instalados



Figura 3.23 Equipo de ventana mca Carrier



Figura 3.24 Equipo de ventana mca. LG

Tabla 3.34 Ficha técnica de equipos carrier

MODELO	CAPACIDAD BTU/HR	EFICIENCIA ENERGETICA SEER	V-F-Hz	NIVEL DE RUIDO			DIMENSIONES			PESO NETO (KG)	CONSUMO DE ENERGIA WATTS	AMPERES (A)
				BAJA	MEDIA	ALTA	ALTO	FRENTE	FONDO			
UNIDAD VENTANA (DESCARGA HORIZONTAL)												
MCA051RB-C	5000	9.7	115-1-60	45		50	31.5	45	40	21	515	4.8
UNIDAD VENTANA (DESCARGA VERTICAL)												
MCA081RB-C	8000	9.8	115-1-60	45		50	35	47	45	26	815	7.6
MCB121RB-C	12000	9.8	115-1-60	54		58	37.5	56	60	44	1220	11.1

MCB123RB-C	12000	9.8	230-1-60	54	58	37.5	56	60	44	1220	5.6
MCB243RB-C	24000	8.5	230-1-60	58	62	42.8	66	77	70	2820	12.9

Tabla3.35 Ficha técnica de equipos LG

MODELO	W122CM	W182CM	W242CM	W122CMH	W182CMH
Capacity	12000	18000	24000	12000	17000
Cooling (BTU/hr)					
Heating (BTU/hr)					
Electric Parts					
Voltage.frequency/Phase	1,220,60	1,220,60	1,220,60	1,220,60	1,220,60
Power input (Watt)	1.22/-	1850/-	2,820/-	1,100/-	1,660/-
Runing Current (A)	5.5	8.6	12.9	5.1	7.4

Tabla de Especificaciones de los modelos utilizados

Haciendo el cálculo con un uso promedio de cada equipo de aire acondicionado de 14 horas diarias tenemos que:

Consumo de Energía 1220W x 7 unidades = 8540W

Consumo de Energía 1850W x 2 Unidades = 3700W

Consumo de Energía 2820W x 1 Unidad = 2820W

Consumo Total = 15060W

En la observación de la instalación en cada una de las áreas en donde se encuentran los equipos de aire acondicionado funcionando se notó que no hay mucho potencial de ahorro en cuanto a su instalación debido a que todas las oficinas cuentan con el equipo comercial adecuado y de igual manera, cada uno de estos equipos se ha cuidado que sean los de menor consumo de energía que existen en el mercado, además cada una de las oficinas cuentan con plafón falso como aislamiento del techo, así como la mayoría de estas tienen un segundo techo, que ayuda en las condiciones de pared a sol.

La única recomendación que se hace a estas instalaciones es la colocación de sellos a la parte inferior de las puertas, para reducir las infiltraciones de aire caliente.

## **CAPÍTULO IV**



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultados

Los datos obtenidos durante la recavación de información y los cálculos realizados a partir de los levantamientos y pruebas en campo dan como resultado las siguientes gráficas donde se Totaliza el consumo energético anual.

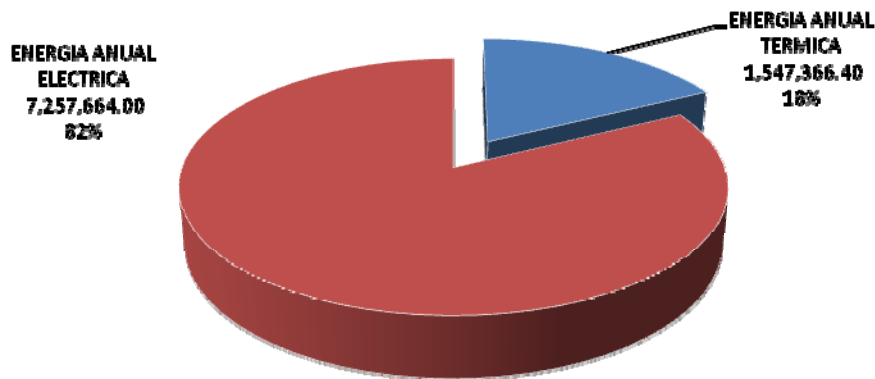
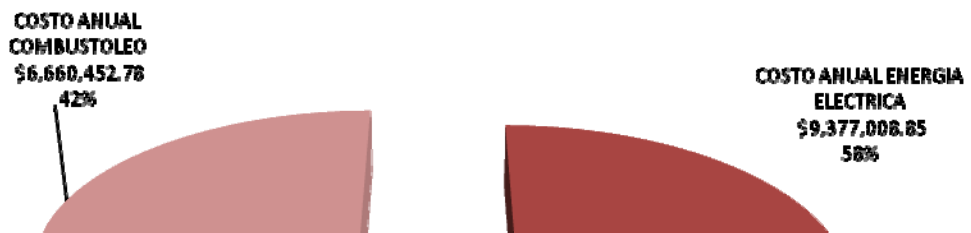
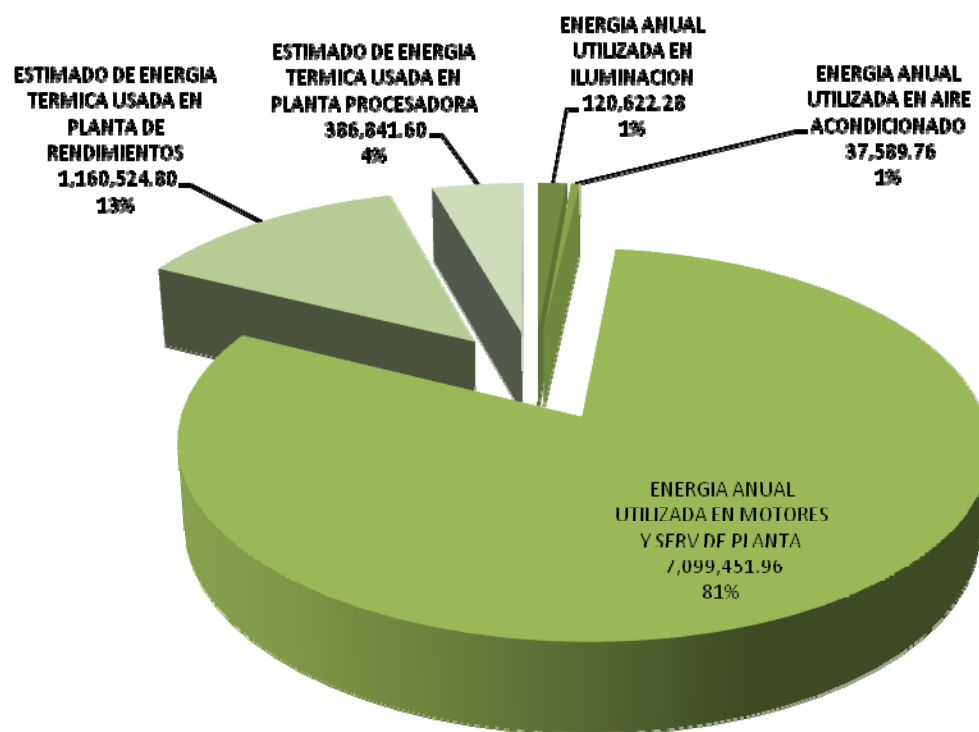
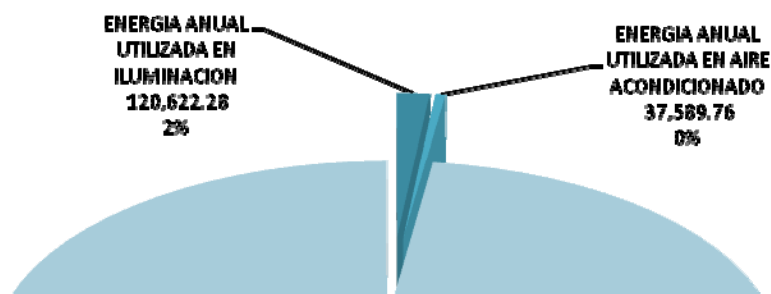


Figura 4.1 Distribución del consumo por tipo de energía





*Figura 4.3. Distribución Energético por uso*



Derivado de los cálculos obtenidos de los análisis descritos en el capítulo anterior se elabora la siguiente tabla de resultados, la cual plasma solo los valores de ahorro de energía y económicos de lo proyectado a un año de Operación de puesto en marcha el Plan de Acción.

*Tabla 4.1 Resumen de Resultados*

<b>CALCULO</b>	<b>AHORRO ENERG. (KW)</b>	<b>AHORRO ECONOMICO ANUAL</b>	<b>INVERSION</b>	<b>RETORNO</b>
Factor de Potencia	0	\$ 72,409.44	\$ 81,480.00	13.5 meses
Aislamiento Térmico	31,011.24	\$ 181,726.32	\$ 69,894.98	5 meses
Cambio de Trayectoria de la Alimentación de Vapor a Escaldadora	33,179.52	\$ 194,432.04	\$ 53,813.45	4 meses
Reemplazo de Trampas de Vapor	21,486.13	\$ 125,908.71	\$ 37,668.00	4 meses
Instalación de Motores de Alta Eficiencia	142,006.80	\$ 176,649.00	\$ 131,255.00	9 meses
Totales	227,683.69	\$ 751,125.00	\$ 374,111.43	6 meses

*Tabla 4.2 Ahorro de Energía Eléctrica*

<b>POTENCIAL AHORRO ENERGIA</b>	<b>AHORRO ENERG.</b>	<b>AHORRO ECONOMICO</b>	<b>INVERSION</b>	<b>RETORNO</b>
---------------------------------	----------------------	-------------------------	------------------	----------------

<b>ELECTRICA</b>	<b>(KW)</b>	<b>ANUAL</b>		
Factor de Potencia	0	\$ 72,409.44	\$ 81,480.00	13.5 meses
Instalación de Motores de Alta Eficiencia	142,006.80	\$ 176,649.00	\$ 131,255.00	9 meses
Totales	142,006.80	\$ 249,058.44	\$ 212,735.00	11 meses

*Tabla 4.3 Ahorro de Energía Térmica*

<b>POTENCIAL AHORRO ENERGIA TERMICA</b>	<b>AHORRO ENER. (KW)</b>	<b>AHORRO ECONOMICO ANUAL</b>	<b>INVERSION</b>	<b>RETORNO</b>
Aislamiento Térmico	31,011.24	\$ 181,726.32	\$ 69,894.98	5 meses
Cambio de Trayectoria de la Alimentación de Vapor a Escaldadora	33,179.52	\$ 194,432.04	\$ 53,813.45	4 meses
Reemplazo de Trampas de Vapor	21,486.13	\$ 125,908.71	\$ 37,668.00	4 meses
Totales	85,676.89	\$ 502,067.07	\$ 161,376.43	4 MESES

En estas tablas no se incluyen ahorros por Iluminación y del Análisis del Aire Acondicionado, debido a que no se encontró potencial de ahorro en estos rubros.

Los montos de Inversión fueron tomados de Cotizaciones de Proveedores actualmente considerados dentro del padrón del Departamento de compras de Bachoco, así como también se están considerado las especificaciones técnicas de las instalaciones y los materiales a usar en cada uno de los rubros que se propone mejorar, en catálogos de conceptos detallados de cada obra.

## **AHORRO ESTIMADO**

AHORRO ESTIMADO  
DESPUES DE LA  
AUDITORIA  
3%



*Figura 4.5 Ahorro de Energía Térmica*

## **4.2 Conclusiones**

Esta es la Primera Auditoría Energética realizada a la Planta Procesadora de Aves Coatzacoalcos, con ésta se tiene un punto de referencia de las condiciones actuales del uso de la energía en la Planta Procesadora, para las siguientes evaluaciones que se realicen, y a partir de ahí se podrá medir el avance o retroceso que se tiene en el uso de la energía. Lo que se busca con esto es que en cada auditoría se encuentren puntos de mejora que no se hayan visto en las anteriores sin dejar de tomar en cuenta el seguimiento de las recomendaciones o planes de acción establecidas en las anteriores auditorías.

Es importante que los datos calculados y los resultados de este informe sean difundidos desde la Gerencia hacia las Jefaturas de los departamentos, y a su vez a los operadores de los equipos para que todos tengan en cuenta los costos de cada unidad de energía utilizada o perdida en el proceso, y de esta manera ir inculcando la conciencia del uso racional de la Energía.

Para un cálculo específico del uso de la energía en cada parte de la planta se hace necesario de la instalación de medidores de energía eléctrica y de vapor en las distribuciones según sea el caso, Fábrica de Hielo, Planta de Rendimientos, Planta Procesadora, Planta de Tratamientos de Aguas. Para hacer el análisis mas a detalle de cada una de las plantas y equipos ahí utilizados, lo cual puede llevar a la realización de propuestas más específicas y de mayor impacto en cada planta. Este

fue uno de los principales obstáculos que se tuvieron en la realización de esta auditoría debido a que no se cuenta con la medición de específicos solo de totales. Lo cual da solo un panorama general, y deja mucho al cálculo, lo cual hace mas tardado la toma de datos y disminuye la confiabilidad.

El ahorro de la energía no debe depender solo de un departamento, si no del trabajo en conjunto de cada una de las áreas aportando su trabajo para el uso racional y eficiente de la energía evaluándose periódicamente y dando seguimiento a los planes de acción aquí mencionados y los que durante las siguientes inspecciones se descubran.

### **4.3 Recomendaciones**

En este apartado se enlistan las recomendaciones de operación y actividades que se necesitan realizar para un buen trabajo de Ahorro de energía, cuidado de los equipos y seguimiento a los planes de acción así como la observación del comportamiento de los consumos energéticos.

#### Recomendaciones para la operación de Caldera

- Purgar los lodos de la caldera
- Analizar el agua de Alimentación y del interior de la caldera, y dar seguimiento a los resultados.
- Calcular y representar gráficamente la eficiencia de las calderas
- Relacionar los consumos de combustible con la producción y llevar el historial
- Limpiar los conductos de aire de entrada a la caldera y comprobar las entradas de aire al cuarto de calderas.
- Limpiar mecánicamente y químicamente la caldera por el lado de agua y por el lado de los gases al menos 2 veces al año.
- Intentar reducir las variaciones bruscas de cargas
- Utilizar vapor de proceso a la presión mínima posible
- Evitar la apertura rápida de válvulas

- *Recomendación de mejora* “Instalar control continuo de nivel de agua en caldera”

#### Recomendaciones para el Ahorro de Energía en Motores Eléctricos

- Verificar que el nivel de aceite se encuentre entre los límites recomendados en las mirillas de inspección, en reductores y/o multiplicadores

- Verificar el calentamiento del aceite en multiplicadores o reductores.

- Controlar las vibraciones mecánicas e hidráulicas de las bombas

- Correlacionar la presión y caudal del fluido con la potencia absorbida por el motor en compresores

- Eliminar las acumulaciones de polvo de escobillas sobre los bobinados y en los circuitos de ventilación

- Controlar las fugas y el estado de empaquetadura en bombas centrífugas

- Verificar el tiempo de arranque del motor y compararlo con las condiciones normales de arranque, actuando en caso de que sea mayor que en condiciones anteriores

- Verificar la corriente de línea del motor cuando sus condiciones de carga puedan considerarse como normales, o lo más cercanas posible a la nominal, interviniendo cuando se sucedan mediciones mayores a las anteriores

- Evitar el funcionamiento en vacío de los motores

- Emplear motores de alto rendimiento

#### Recomendaciones para el Ahorro de Energía en Transformadores

- Vigilar Niveles de Líquidos refrigerantes

- Analizar el estado del aceite con la periodicidad indicada en las instrucciones del fabricante

- Efectuar, en su caso, los procesos de regeneración de las condiciones del aceite que resulten aconsejables después del análisis

- Estudiar las variaciones de temperatura del aceite del transformador

- Analizar el factor de carga del transformador

- *Recomendación de Mejora* “Sustituir transformadores antiguos, de bajo rendimiento, por otros de rendimiento más elevado”

## Recomendaciones para el Ahorro de Energía en el Uso de Aire

### **Acondicionado**

- Limpiar las rejillas del paso del aire acondicionado para evitar obstrucciones

- Reducir hasta el mínimo compatible con el confort
- Desconectar el aire acondicionado durante las horas de no trabajo
- No refrigerar un local por debajo de la temperatura requerida
- Mantener las puertas y ventanas cerradas para impedir la salida del aire acondicionado

## Recomendaciones para el Ahorro de Energía en Iluminación

- Limpiar las lámparas de iluminación
- Mantener apagados las lámparas de determinados lugares en los momentos en que no son necesarios

- Llevar a cabo programas de limpieza periódica tanto de lámparas como de reflectores

- Eliminar la iluminación artificial cuando la iluminación natural es suficiente
- Utilizar luminarias herméticas
- Recomendación de Mejora “Modificar la estructura de la nave para instalar láminas translúcidas”



## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. A. L. Orille, A. Jornet, S. Jareño, A. Pérez, "Optimal design and efficiency test method of induction motors fed by frequency converters", EEMODs 2002, Treviso, Italy
2. AEDIE (Asociación para la investigación y diagnosis de la energía, cámara nacional de comercio e industria de Madrid y comunidad de Madrid) et al., Madrid, 2003. Manual de Auditoría energéticas. 1º edición. Edit. Print A. Porter. Comunicación S.L.
3. Energy Efficient Motor Driven Systems. European Copper Institute (ECI), Fraunhofer-ISI, KU Leuven and University of Coimbra. Published by ECI in April 2004
4. <http://www.bachoco.com.mx>
5. <http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/>
6. <http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/disposicionescomplementarias/2008/3/>
7. [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_2648\\_conceptos\\_basicos\\_de](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2648_conceptos_basicos_de)

8. [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_desde\\_un\\_gobierno\\_estat\\_al\\_o\\_mun](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_desde_un_gobierno_estat_al_o_mun)
9. [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONAE\\_EyM\\_ceae](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONAE_EyM_ceae)
10. [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/Que\\_es\\_conae](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/Que_es_conae)
11. <http://www.ingenieroambiental.com/auditorias-energeticas.pdf>
12. [http://www.mx.carrier.com/wcs/proddesc\\_display/0,,CLI1\\_DIV30\\_ETI2508\\_PRD948,00.html](http://www.mx.carrier.com/wcs/proddesc_display/0,,CLI1_DIV30_ETI2508_PRD948,00.html)
13. [http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Informe\\_auditoria\\_calsa.pdf](http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Informe_auditoria_calsa.pdf)
14. Martínez José M., 2007. “El reto energético del futuro”, [http://www.iberdrola.es/fundiber/energia\\_y\\_desarrollo\\_sostenible.htm](http://www.iberdrola.es/fundiber/energia_y_desarrollo_sostenible.htm)
15. NOM-001-SEDE-2005 Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas (Utilización)
16. NOM-009-ENER-1995 Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales
17. NOM-016-ENER-2002 Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 kW a 373 kW. Límites Método de Prueba y marcado.
18. NOM-020-STPS-2002 Norma Oficial Mexicana de Recipientes Sujetos a Presión y Calderas, funcionamiento y condiciones de seguridad
19. NOM-025-STPS-1994 Norma Oficial Mexicana de Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo.
20. Paredes Rubio Hernando Romero, Programa de Certificación en Eficiencia Energética, “Diagnósticos Energéticos”, Instituto Tecnológico de Minatitlán, 2005.
21. Plauchú Alberto, Eficiencia en Calderas.
22. Styler Energy, 2007. “Auditoria Energética en Planta de Alimentos”
23. W.H. Servens, H.E. Degler, J.C. Miles, Energía mediante Vapor, Aire o Gas, Edit Reverté S.A.,
24. Yunus A. Cengel, Michael Boles, Termodinámica, Mc Graw Hill, Cuarta Ed.

## **ANEXOS**

# ANEXO I

## Historial de Facturación Eléctrica

No DE SERVICIO	864 880 801 753
MEDIDOR	L295A1
CARGA CONECTADA KW	1100
DEM CONTRATADA KW	1100
TARIFA	HM
MULTIPLICADOR	700

MES	DEM. FACT	CONSUMO KW	%FP	%FC	CARGO POR ENERGIA	CARGO POR DEMANDA	REDUCCION POR DEMANDA	BONIFICACION O CARGO POR FP	PROD. DEL MES KG	COSTO TOTAL	COSTO SIN IVA
ene-05	728	435,260	91.03	72	\$ 337,359.51	\$ 81,368.56	\$ -	\$ 1,256.18	1,990,630.90	\$ 480,093.00	\$ 417,472.17
feb-05	780	413,266	90.54	75	\$ 309,739.15	\$ 84,372.60	\$ -	\$ 394.11	1,817,925.48	\$ 452,775.28	\$ 393,717.63
mar-05	816	448,847	90.61	79	\$ 338,120.16	\$ 87,385.44	\$ -	\$ 851.01	2,252,484.23	\$ 488,353.05	\$ 424,654.83
abr-05	687	431,515	87.25	74	\$ 281,793.40	\$ 74,303.00	\$ -	\$ 3,462.00	2,025,456.17	\$ 413,493.29	\$ 359,559.38
may-05	742	451,122	90.89	73	\$ 296,493.25	\$ 80,082.85	\$ 1,372.91	\$ 749.28	2,160,322.98	\$ 429,978.78	\$ 373,894.59
jun-05	766	444,682	90.24	71	\$ 298,683.10	\$ 82,567.14	\$ -	\$ 381.25	1,885,239.79	\$ 438,000.11	\$ 380,869.66
jul-05	731	449,582	90.61	74	\$ 305,157.85	\$ 80,285.73	\$ -	\$ 770.88	2,053,428.82	\$ 442,373.71	\$ 384,672.79
ago-05	768	432,523	90.87	71	\$ 303,318.09	\$ 89,239.56	\$ 3,139.08	\$ 778.83	2,025,612.16	\$ 446,936.41	\$ 388,640.36
sep-05	734	441,728	89.9	75	\$ 306,265.69	\$ 86,184.90	\$ 3,492.46	\$ 384.42	2,306,557.10	\$ 442,534.04	\$ 384,812.21
oct-05	840.5	478,828	90.15	55	\$ 336,305.53	\$ 104,541.78	\$ 6,553.38	\$ 2,272.47	2,619,188.28	\$ 496,903.33	\$ 432,089.85
nov-05	976	621,530	89.95	73	\$ 516,009.02	\$ 126,842.86	\$ 12,426.38	\$ -	2,477,923.37	\$ 693,476.26	\$ 603,022.83
dic-05	995	629,314	90.24	73	\$ 548,730.30	\$ 135,007.79	\$ 12,553.14	\$ 643.49	2,575,571.63	\$ 739,167.10	\$ 642,754.00
ene-06	995	645,589	89.96	74	\$ 561,039.42	\$ 132,316.20	\$ 14,220.90	\$ -	2,055,497.28	\$ 745,859.21	\$ 648,573.23
feb-06	1042	590,758	88.24	72	\$ 501,965.03	\$ 144,009.92	\$ 17,271.46	\$ 7,214.00	1,686,054.03	\$ 699,652.88	\$ 608,393.81
mar-06	1036	625,842	88.6	70	\$ 532,698.06	\$ 139,674.00	\$ 14,173.38	\$ 5,706.84	1,730,547.89	\$ 735,772.07	\$ 639,801.80
abr-06	756	549,318	90.73	71	\$ 402,181.91	\$ 108,274.57	\$ 7,647.77	\$ 1,084.35	1,329,541.10	\$ 566,774.41	\$ 492,847.31
may-06	893	581,343	91.69	69	\$ 432,087.24	\$ 116,576.88	\$ 8,809.64	\$ 2,658.99	1,200,504.84	\$ 608,511.37	\$ 529,140.32
jun-06	897	550,942	93.53	67	\$ 428,590.94	\$ 118,299.35	\$ 5,770.70	\$ 4,819.91	1,132,724.37	\$ 610,344.99	\$ 530,734.77
jul-06	873	545,860	93.88	67	\$ 442,106.29	\$ 121,335.03	\$ 7,068.06	\$ 5,502.44	1,478,467.97	\$ 626,454.75	\$ 544,743.26
ago-06	979	596,827	92.68	68	\$ 497,051.56	\$ 148,218.48	\$ 17,727.57	\$ 4,323.90	1,666,284.37	\$ 705,384.10	\$ 613,377.48
sep-06	887	523,278	93.72	63	\$ 428,751.33	\$ 128,918.64	\$ 11,515.32	\$ 5,352.77	1,634,676.95	\$ 609,413.33	\$ 529,924.63
oct-06	832	517,412	94.41	64	\$ 428,286.25	\$ 121,721.41	\$ 8,792.92	\$ 6,391.05	1,455,570.56	\$ 605,127.13	\$ 526,197.50
nov-06	961	517,118	92.74	64	\$ 473,844.72	\$ 138,562.32	\$ 13,882.18	\$ 4,081.26	1,933,420.95	\$ 665,799.58	\$ 578,956.16
dic-06	1007	548,303	91.04	65	\$ 497,718.05	\$ 145,473.75	\$ 15,258.58	\$ 1,819.13	2,234,812.32	\$ 695,243.25	\$ 604,559.35
ene-07	1052	514,052	91.4	64	\$ 470,894.41	\$ 133,961.68	\$ -	\$ 2,419.42	2,512,010.74	\$ 692,802.42	\$ 602,436.89
feb-07	941	504,119	90.59	67	\$ 429,361.03	\$ 115,724.18	\$ -	\$ 1,090.17	2,552,564.58	\$ 625,594.71	\$ 543,995.40
mar-07	1024	552,587	90.78	66	\$ 475,061.85	\$ 125,624.32	\$ -	\$ 1,201.37	2,514,144.99	\$ 689,408.23	\$ 599,485.42
abr-07	1058	569,100	90.16	67	\$ 434,808.39	\$ 129,975.30	\$ -	\$ -	2,813,680.40	\$ 649,501.47	\$ 564,783.89
may-07	989	613,179	90.04	69	\$ 471,255.30	\$ 122,655.78	\$ -	\$ -	-	\$ 682,998.21	\$ 593,911.08
jun-07	1116	616,665	90.7	70	\$ 483,847.68	\$ 140,783.40	\$ -	\$ 1,249.26	-	\$ 716,889.30	\$ 623,381.82
jul-07	1013	607,670	90.85	69	\$ 489,699.37	\$ 131,254.41	\$ -	\$ 1,241.90	-	\$ 912,668.96	\$ 619,711.88
ago-07	953	600,516	90.44	71	\$ 497,333.37	\$ 126,434.51	\$ -	\$ 623.76	-	\$ 716,616.69	\$ 623,144.12
sep-07	1013	556,857	91.01	67	\$ 463,878.39	\$ 136,613.18	\$ -	\$ 1,801.47	-	\$ 688,494.30	\$ 598,690.10
oct-07	1047	611,478	90.37	70	\$ 528,364.76	\$ 134,762.39	\$ -	\$ 2,208.56	-	\$ 765,136.33	\$ 665,335.94
nov-07	1120	598,493	88.89	72	\$ 581,258.33	\$ 153,574.40	\$ -	\$ 5,143.20	-	\$ 850,973.36	\$ 739,979.83
dic-07	1181	627,858	88.38	71	\$ 614,553.28	\$ 163,899.18	\$ -	\$ 8,562.97	-	\$ 943,691.00	\$ 820,009.87
ene-08	1123	552,006	89.49	63	\$ 525,726.20	\$ 161,703.52	\$ 5,561.60	\$ 2,723.16	-	\$ 786,041.94	\$ 683,514.73
feb-08	1052	585,053	87.88	71	\$ 579,450.50	\$ 159,233.36	\$ 12,805.48	\$ 10,041.00	-	\$ 836,345.32	\$ 727,256.80
mar-08	1084	560,784	88.16	66	\$ 549,517.17	\$ 160,762.95	\$ 8,298.35	\$ 9,088.82	-	\$ 814,463.51	\$ 708,229.14
abr-08	1115	525,112	87.78	72	\$ 636,946.04	\$ 162,697.04	\$ 5,715.60	\$ 11,510.64	-	\$ 923,844.48	\$ 803,343.03
may-08	1093	691,236	87.78	76	\$ 717,109.54	\$ 172,978.40	\$ 14,099.92	\$ 13,077.53	-	\$ 1,017,650.84	\$ 884,913.77
jun-08	1148	645,023	87.95	73	\$ 707,207.48	\$ 173,867.13	\$ 4,571.57	\$ 12,242.30	-	\$ 1,019,696.23	\$ 886,692.37
jul-08	1082	676,228	88.17	76	\$ 773,349.38	\$ 171,671.49	\$ 9,728.55	\$ 11,197.12	-	\$ 1,085,935.19	\$ 944,291.47

## ANEXO II. Listado de Motores Planta Procesadora de Aves Coatzacoalcos

CANT	DESCRIPCION	AREA	CONECTADO EN	VOLTAJE	RPM	HP 3F	MONTO
1	DIFUSOR #1 SALA DE EVISCERADO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #2 SALA DE EVISCERADO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #3 ANDEN DE EMBARQUE	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #3 SALA DE EVISCERADO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #4 ANDEN DE EMBARQUE	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #4 SALA DE EVISCERADO	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #5 SALA DE EVISCERADO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	DIFUSOR #6 SALA DE EVISCERADO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1150	-	EMERSON
1	ESMERIL DE BANCO	TALLER	CCM PROCESO	120	3600	-	
1	COMPRESOR TIPO TORNILLO 1	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	250	
1	COMPRESOR TIPO TORNILLO 2	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	250	
1	COMPRESOR DE AMONIACO #1 N6B-1	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	100	IEM
1	COMPRESOR DE AMONIACO #5 N8B-2	PLANTA DE HIELO	CCM SIST. 2	220	1750	100	TOSHIBA
1	COMPRESOR DE AMONIACO #2 N4B-1	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	75	
1	COMPRESOR DE AMONIACO #4 N4B-2	EVISCERADO	CCM SIST. 2	220	1750	75	TOSHIBA
1	REDUCTOR DE COCEDOR #1	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	75	
1	REDUCTOR DE COCEDOR #2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	75	
1	REDUCTOR DE COCEDOR #3	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	75	/SIEMENS
1	REDUCTOR DE COCEDOR #4	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	75	/SIEMENS

1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO #1	CAMARAS	CCM SIST. OLORES	440	3600	50	
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO # 2	CAMARAS	CCM SIST. OLORES	440	3600	50	U.S.
1	IMPULSOR DE TRIRURADORA DE HIELO 1	ENHIELADO	CCM EVISCERADO	220	1750	50	
1	BOMBA DE EXTRACTOR DEL SCRUBER DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1775	50	RELIANCE
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	50	
1	BOMBA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO 2	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	50	
1	BOMBA DE VACIO NASH	EVISCERADO	CCM PROCESO	220	1750	30	SIEMENS
1	COMPRESOR DE AIRE JOY	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	30	SIEMENS
1	VENTILADOR DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1775	30	MOTOR U.S.
1	COMPRESOR DE AMONIACO 4WA	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	30	
1	VENTILADOR DE CONDENSADOR # 1DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1775	25	LINCOLN
1	VENTILADOR DE CONDENSADOR # 2 DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1775	25	LINCOLN
1	VENTILADOR EXTRACTOR DEL CONDENSADOR DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1750	25	LINCOLN
1	BOMBA CENTRIFUGA CISTERNA 300 M3	ABASTECIMI ENTO	CCM EVISCERADO	220	3600	20	\$ 14,500.00
1	BOMBA DE AGUA DE MAQUINA LAVA-CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	3600	20	\$ 14,500.00
1	BOMBA DE POZO A CISTERNA DE 300 M3	ABASTECIMI ENTO	CCM EVISCERADO	220	1750	20	SIEMENS
1	BOMBA DE AGUA DE SANIDAD	SANIDAD	CCM EVISCERADO	220	3600	20	SIEMENS
1	SOPLADOR DE TK DE AEREACION 1	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	20	SIEMENS
1	SOPLADOR DE TK DE AEREACION 2	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	20	US DE MEXICO
1	VENTILADOR DE TORRE DE ENFRIAMIENTO 1	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	20	
1	VENTILADOR DE TORRE DE ENFRIAMIENTO 2	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	20	
1	BOMBA DE ALIMENTACION AGUA A CALDERA # 2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	15	SIEMENS
1	REDUCTOR DEL GUSANO # 1 PLUMAS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	15	\$ 11,900.00
1	TRITURADORA DE HIELO ELECTRICA No 2	ENHIELADO	CCM EVISCERADO	220	1750	15	\$ 11,900.00
1	VENTILADOR DE TANQUE LAVADOR DE GASES	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	440	1750	15	SIEMENS
1	BOMBA SUMERGIBLE #1 TK DE AEREACION	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	11.3	BARNES
1	BOMBA SUMERGIBLE DE CONDENSADOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	11.3	BARNES
1	BOMBA SUMERGIBLE REGISTRO EN TANQUE DIESEL	TRATAMIEN O	CCM EVISCERADO	220	1750	11.3	BARNES
1	BOMBA CENTRIFUGA DE TK DE AEREACION ALIMENTACION AL DAF	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	10	AC MOTORS
1	BOMBA CENTRIFUGA DE TK DE AEREACION ALIMENTACION AL DAF	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	10	AC MOTORS
1	BOMBA DE TK LODOS	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	10	EBARA
1	BOMBA DE RECIRCULACION DEL MORRIS	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3600	10	SIEMENS
1	BOMBA SUMERGIBLE DEL CARCAMO DE SEPARADOR DE FINOS	TRATAMIEN O	CCM SIST. OLORES	220	3550	10	
1	BOMBA SUMERGIBLE DEL CARCAMO DE SEPARADOR DE FINOS	TRATAMIEN O	CCM SIST. OLORES	220	3550	10	
1	BOMBA NORTE DEL TANQUE DAF	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	10	US
1	BOMBA SUR DEL TANQUE DAF	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	10	US
1	COMPRESOR DE AIRE DE CHICKWAY	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	10	IEM
1	REDUCTOR DEL GUSANO #1 TOLVA # 2 SUR	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1150	10	\$ 8,000.00
1	REDUCTOR BANDA # 2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	10	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 3	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	10	SIEMENS

1	REDUCTOR GUSANO #1 TOLVA #2 SUR	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	10	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO #2 TOLVA #2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	10	SIEMENS
1	SOPLADOR DE ESCALDADORA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	10	US
1	SOPLADOR DEL CHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	10	US
1	TRITURADORA DE HIELO ELECTRICA No 1	ENHIELADO	CCM EVISCERADO	220	1750	10	SIEMENS
1	VENTILADOR DEL TIRO FORZADO DE CALDERA	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	10	SIEMENS
1	BOMBA DE RECIRCULACION DEL SCRUBER DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	1775	10	HOSTILE DUTY
1	AGITADOR DE SALMUERA 1	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	10	
1	AGITADOR DE SALMUERA 2	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	10	
1	BOMBA DE LODOS	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1150	7.5	SIEMENS
1	COMPRESOR DE AIRE AL DAF	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	7.5	BALDOR SEW EURODRIVE
1	BOMBA DE AGUA DE MAQUINA MOLLEJERA	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	5	
1	BOMBA DE AGUA DULCE A COMPRESORES #1	ABASTECIMI ENTO	CCM PROCESO	220	3600	5	SIEMENS
1	BOMBA DE AGUA DULCE A COMPRESORES #2	ABASTECIMI ENTO	CCM PROCESO	220	3600	5	SIEMENS
1	BOMBA DE AGUA FRIA	ABASTECIMI ENTO	CCM PROCESO	220	3600	5	SIEMENS
1	BOMBA DE RECIRCULACION CANALES COLECTORES DE PLUMAS	RENDIMIEN OS	CCM PROCESO	220	3600	5	U S
1	BOMBA DE RECIRCULACION DEL ENFRIADOR DE PLACAS	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3600	5	ASEA
1	BOMBA DOSIFICADORA DE SANGRE	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	3600	5	SIEMENS
1	BOMBA SUMERGIBLE REGISTRO DE C.C	TRATAMIEN O	TABLERO TRATAMIENTO	220	3550	5	EBARA
1	2°SECCION DEL CHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	5	STORK / S E W
1	MAQUINA DESPLUMADORA #1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	MAQUINA DESPLUMADORA #1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	MAQUINA DESPLUMADORA #1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	MAQUINA DESPLUMADORA #1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	MAQUINA DESPLUMADORA #2	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	VECTOR
1	MAQUINA DESPLUMADORA #2	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	VECTOR
1	MAQUINA DESPLUMADORA #2	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	MAQUINA DESPLUMADORA #2	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	5	\$ 5,500.00
1	REDUCTOR CADENA DE MATANZA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR DE CADENA DE ESCURRIDO	EMPAQUE	CCM SIST. OLORES	220	1750	5	\$ 5,500.00
1	REDUCTOR DE CADENA DE EVISCERADO (5 HP)	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	5	\$ 5,500.00
1	REDUCTOR DE MAQUINA MOLLEJERA	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	5	STORK
1	REDUCTOR GUSANO #2 TOLVA # 1 NORTE	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1150	5	SIEMENS
1	REDUCTOR DEL SEPARADOR DE PLUMAS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 4	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 5	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 6	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 7	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	REDUCTOR GUSANO # 8	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	SIEMENS
1	MOTOREDUCTOR BANDA TRANSPORTADORA DE PLUMAS 2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	5	US



1	SECADOR # 1	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1775	5	BALDOR
1	SECADOR # 2	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1775	5	BALDOR
4	BOMBA DE AGUA DE CISTERNA	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	5	
1	BOMBA DE AGUA FRIA 1	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	5	
1	BOMBA DE AGUA FRIA 2	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	3600	5	
1	GRUA VIAJERA	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	5	
1	BOMBA DE AMONIACO #1 ORIENTE	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3600	3	RELIANCE
1	BOMBA DE AMONIACO #2 CENTRO	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3600	3	RELIANCE
1	BOMBA DE AMONIACO #3 PONIENTE	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3600	3	RELIANCE
1	BOMBA DE ENFRIADOR DE PLACAS	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	3550	3	IEM
1	BOMBA SUMERGIBLE DE LAVAJAULAS	TRANSPORT ES	CCM EVISCERADO	220	3600	3	
1	BOMBA SUMERGIBLE DE ANDEN M.P.	ENHIELADO	CCM PROCESO	220	1750	3	BARNES
1	BOMBA SUMERGIBLE DE SANGRADO	MATANZA	CCM PROCESO	220	3550	3	BARNES
1	BOMBA SUMERGIBLE DEL CARCAMO DE PROCESO	RENDIMIEN OS	CCM PROCESO	220	3550	3	EBARA
1	BOMBA SUMERGIBLE REGISTRO DE RENDIMIENTOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	3550	3	EBARA
2	BOMBA SUMERGIBLE REGISTRO EN FILTROS DE AGUA	TRATAMIENT O	ABASTECIMIENTO DE AGUA	220	3550	3	
3	BOMBA SUMERGIBLE REGISTRO EN SIST DE OLORESL	TRATAMIENT O	CCM RENDIMIENTOS	220	3550	3	
1	BOMBA DEL CARCAMO GUSANO 1 DE PLUMAS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	3600	3	BARNES
1	MAQUINA DESPLUMADORA #2	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	3	\$ 4,000.00
10	MAQUINA DESPLUMADORA # 3	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	3	BALDOR
1	REDUCTOR #1 HELICOIDE DEL CHILLER SUR	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	3	SIEMENS
1	REDUCTOR #2 HELICOIDE DEL CHILLER NORTE	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	3	SIEMENS
1	REDUCTOR PALETAS DE DESCARGA DEL CHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1200	3	SIEMENS
1	VENTILADOR EXTRACTOR SALA DE MATANZA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1150	3	SIEMENS
1	BOMBA DE RECIRCULACION DEL VENTURY DE SIST. DE OLORES	RENDIMIEN OS	CCM SIST. OLORES	440	3600	3	UNIMONT
1	CRIBA OSCILATORIA #1	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1150	2.5	BALDOR
1	MAQUINA MOLLEJERA	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	2.5	STORK / S E W
1	BOMBA AGUA DE MAQUINA MOLLEJERA	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	2.5	
1	AGITADOR DE PALETAS DESCARGA DEL PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	AGITADOR DE RECIRCULACION DEL PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	BOMBA DE ALIMENTACION DE COMBUSTOLEO A CALDERA	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	2	SIEMENS
1	BOMBA DE ALIMENTACION DE COMBUSTOLEO A CALDERA	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	2	SIEMENS
1	BOMBA DE ALIMENTACION DE COMBUSTOLEO A CALDERA	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	3600	2	SIEMENS
1	MAQUINA CORTA-PATAS # 1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	2	BALDOR
1	REDUCTOR AGITADOR DE PALETAS CHILLER DE MENUJOS	EVISCERADO	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	2	\$ 1,650.00
1	REDUCTOR AGITADOR DEL PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE AGITADOR DE PALETAS CHILLER TRIPLE DE MENUJOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE MAQUINA LAVA-CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE PALETAS DE DESCARGA CHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE TRANSPORTADOR DE CADENA DE P.V. 1 BANDA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE TRANSPORTADOR DE CADENA DE P.V. 2 BANDA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	2	SIEMENS
1	REDUCTOR DE TRANSPORTADOR DE	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	2	SIEMENS

CADENA DE P.V. 3 BANDA							
1	REDUCTOR PALETAS DE DESCARGA DEL PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	CADENAS DE ARRASTRE MOLEDORA 1	ENHIELADO	CCM EVISCERADO	220	1750	2	SIEMENS
1	ARRANCA COLAS	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	2	STORK
1	TRANSPORTADOR GRUA VIAJERA E-O	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	2	
2	TRANSPORTADOR GRUA VIAJERA N-S	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	2	
1	BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO #1 SUPERIOR	TRATAMIENT O	TABLERO TRATAMIENTO		1750	1	BALDOR
1	BOMBA DOSIFICADORA DE POLIMERO #2 INFERIOR	TRATAMIENT O	TABLERO TRATAMIENTO		1750	1	BALDOR
1	BOMBA SUMERGIBLE DE CARCAMO DE GUSANO 1 DE HIELO	RENDIMIEN TOS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	1	BARNES
1	MAQUINA PARA CORTES # 1	CORTES	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SIEMENS
1	MAQUINA PARA CORTES # 2	CORTES	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SIEMENS
1	MAQUINA PARA CORTES # 3	CORTES	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SIEMENS
1	MAQUINA PARA CORTES # 4	CORTES	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SIEMENS
1	REDUCTOR DE BANDA DE CORTES	CORTES	CCM EVISCERADO	220	1750	1	
1	REDUCTOR # 1 TRANSPORTADOR DE BANDA I&D PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	230/460	1700	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR # 2 TRANSPORTADOR DE BANDA I&D PRECHILLER	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	230/460	1700	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR #1 TRANSPORTADOR DE BANDA LADO CHILLER I&D	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1700	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR #2 TRANSPORTADOR DE BANDA LADO CHILLER I&D	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR DE TRANSPORTADOR DE BANDA DE CORTA-PATAS (1 HP)	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR DE TRANSPORTADOR ELEVADOR DE MOLLEJAS	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR DEL DESNATADOR DEL DAF	TRATAMIENT O	TABLERO TRATAMIENTO	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR NORTE MESA LIMPIA MOLLEJAS (1 HP)	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR SUR MESA LIMPIA MOLLEJAS (1 HP)	EVISCERADO	CCM SIST. OLORES	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	REDUCTOR TRANSPORTADOR DE BANDA CHILLER DE MENUDOS	EVISCERADO	CCM EVISCERADO	220	1750	1	SEW EURODRIVE
1	SEPARADOR DE FINOS	TRATAMIENT O	CCM SIST. OLORES	220	1750	1	SEW EURODRIVE
41	VENTILADOR DE ANDEN DE ESPERA #1	RENDIMIEN TOS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	1	GENERAL ELECT.
18	VENTILADOR DE ANDEN DE POLLO VIVO #10	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	ASEA
3	VENTILADOR DE AREA DE COLGADO #1	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	SIEMENS
1	VENTILADOR DE SALA DE MATANZA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	SIEMENS
1	VENTILADOR DE SALA DE MATANZA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	SIEMENS
1	VENTILADOR DE SALA DE MATANZA	MATANZA	CCM PROCESO	220	1750	1	
1	VENTILADOR EN LAVADO DE CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	1750	1	ASEA
1	VENTILADOR EN LAVADO DE CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	1750	1	ASEA
1	VENTILADOR EN LAVADO DE CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	1750	1	ASEA
3	VENTILADOR EN LAVADO DE CESTAS	LAVACESTAS	CCM PROCESO	220	1750	1	ASEA
4	DIFUSOR DE CAMARA DE HIELO	FAB HIELO	CCM FABRICA DE HIELO	440	1750	1	
1	DIFUSOR # 2 CAMARA DE 0oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #1 ANDEN DE EMBARQUES	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #1 CAMARA DE 0oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #1 CAMARA DE -25oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #2 ANDEN DE EMBARQUE	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #2 CAMARA DE -25 oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #3 CAMARA DE 0oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #3 CAMARA DE -25oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON

1	DIFUSOR #4 CAMARA DE 0oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	DIFUSOR #4 CAMARA DE -25oC	CAMARAS	CCM EVISCERADO	220	1150	0.5	EMERSON
1	TALADRO DE BANCO	TALLER	CCM PROCESO	220	1750	0.5	
1	REDUCTOR #1 BANDA CHILLER TRIPLE DE MENUDOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	0.5	ASEA
1	REDUCTOR #2 BANDA CHILLER TRIPLE DE MENUDOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	0.5	ASEA
1	REDUCTOR #3 BANDA CHILLER TRIPLE DE MENUDOS	RENDIMIEN OS	CCM RENDIMIENTOS	220	1750	0.5	ASEA
10	CLIMAS		CCM PROCESO	220			

### **ANEXO III. Catálogo de Conceptos de Modificación de Tubería de Alimentación de Vapor hacia la Escaldadora**

**BACHOCO S.A.DE C.V.**  
**PLANTA PROCESADORA DE AVES COATZACOALCOS**  
**DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

FECHA: 05 de Octubre del 2008

**OBRA MODIFICACION DE TUBERIA DE ALIMENTACION DE VAPOR HACIA LA ESCALDADORA**

PART	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA EL DESACOPLOAMIENTO DE TUBERIA DE 4" EN UNION DE CODO DE 4" Y TRAMO RECTO DE 1 MT DE LONGITUD, INCLUYE RECUPERACION DE JUNTA DE EXPANSION Y COLOCACION DE BRIDA CIEGA A LINEA OBSOLETA	1.00	PZA		\$ -
2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE CODO DE 4" DE AC. AL CARBON CED 80 SOLDABLE A UNA ALTURA DE 4 M, INCLUYE LA COLOCACION DE AISLAMIENTO TERMICO EN COLCHONETA DE LANA MINERAL, PESPUNTEADA A MALLA HEXAGONAL, 9 LBS/FT3 DE DENSIDAD, EN 2" DE ESPESOR., SUJETA CON FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" DE ANCHO, Y PROTECCION MECANICA A BASE DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CAL. 24, SUJETADA CON PIJAS DE ACERO INOX. DEL No 8 X 1/2"	1.00	PZA		\$ -
3	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA COLOCACION DE JUNTA DE EXPANSION RECUPERADA EN TUBERIA	1.00	PZA		\$ -
4	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE REDUCCION CAMPANA DE 4" A 3" EN AC AL CARBON CED 80 SOLDABLE INCLUYE LA COLOCACION DE AISLAMIENTO TERMICO EN COLCHONETA DE LANA MINERAL, PESPUNTEADA A MALLA HEXAGONAL, 9 LBS/FT3 DE DENSIDAD, EN 2" DE ESPESOR., SUJETA CON FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" DE ANCHO, Y PROTECCION MECANICA A BASE DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CAL. 24, SUJETADA CON PIJAS DE ACERO INOX. DEL No 8 X 1/2"	1.00	PZA		\$ -
5	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE TUBERIA DE 3" DE ACERO AL CARBON CED 80 SIN COSTURA INCLUYE LA COLOCACION DE AISLAMIENTO TERMICO EN COLCHONETA DE LANA MINERAL, PESPUNTEADA A MALLA HEXAGONAL, 9 LBS/FT3 DE DENSIDAD, EN 2" DE ESPESOR., SUJETA CON FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" DE ANCHO, Y PROTECCION MECANICA A BASE DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CAL. 24, SUJETADA CON PIJAS DE ACERO INOX. DEL No 8 X 1/2", COLOCACION DE LOS SOPORTES NECESARIOS APLICACION DE PRIMARIO Y ACABADO EN ESMALTE ALQUIDALICO COLOR GRIS A NUEVOS Y EXISTENTES	52.00	ML		\$ -
6	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE CODO DE 3" AC. AL CARBON CED 80 SOLDABLE A UNA ALTURA DE 3 M INCLUYE LA COLOCACION DE AISLAMIENTO TERMICO EN COLCHONETA DE LANA MINERAL, PESPUNTEADA A MALLA HEXAGONAL, 9 LBS/FT3 DE DENSIDAD, EN 2" DE ESPESOR., SUJETA CON FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" DE ANCHO, Y PROTECCION MECANICA A BASE DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CAL. 24, SUJETADA CON PIJAS DE ACERO INOX. DEL No 8 X 1/2"	2.00	PZA		\$ -
7	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION DE REDUCCION CAMPANA DE 3" A 1 1/2" EN AC. AL CARBON CED 80 SOLDABLE, INCLUYE LA COLOCACION DE AISLAMIENTO TERMICO EN COLCHONETA DE LANA MINERAL, PESPUNTEADA A MALLA HEXAGONAL, 9 LBS/FT3 DE DENSIDAD, EN 2" DE ESPESOR., SUJETA CON FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 3/4" DE ANCHO, Y PROTECCION MECANICA A BASE DE LAMINA LISA DE ALUMINIO CAL. 24, SUJETADA CON PIJAS DE ACERO INOX. DEL No 8 X 1/2"	1.00	PZA		\$ -
8	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA EL DESMANTELAMIENTO DE TUBERIA DE 2" CED. 80 CON TODO Y AISLAMIENTO E INCLUYE 3 CODOS DE 2" Y ACARREO DE DESECHOS AL AREA DE CHATARRA	18.50	ML		\$ -

**ANEXO IV Catálogo de Conceptos de Aislamiento a Tanque  
Receptor de Combustóleo.**

**BACHOCO S.A.DE C.V.**  
**PLANTA PROCESADORA DE AVES COATZACOALCOS**  
**DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

FECHA: 15 de Octubre del 2008

**OBRA AISLAMIENTO TERMICO A TANQUE RECEPTOR DE COMBUSTOLEO**

PART	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	SUMINISTRO DE MANO DE OBRA PARA EL RETIRO DE AISLAMIENTO TERMICO DE LANA MINERAL DE 2", INCLUYE: LIMPIEZA DEL ATEA Y ACARREO AL BASURERO MUNICIPAL .	45.00	M2		\$ -
2	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA APLICACIÓN DE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA A METAL BLANCO EN CUERPO DE TANQUE HORIZONTAL, INCLUYE: LIMPIEZA DIARIA Y ACARREO DE DESPERDICOS AL BASURERO MUNICIPAL.	82.84	M2		\$ -
3	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA APLICACIÓN POR ASPERCIÓN DE ALQUITRAN DE HULLA INDUSTRIAL MCA. PROTEXA O SIMILAR PARA SUPERFICIE DE TANQUE METÁLICO.	82.94	M2		\$ -
4	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA COLOCACIÓN DE AISLAMIENTO TERMICO CON COLCHA DE LANA MINERAL DE 2" PROTEGIDA CON MALLA HEXAGONAL TIPO GALLINERO, INCLUYE: DOS MANO DE RECUBRIMIENTO HI-MASTIC A RAZON DE 3.5 LTS/M2 C/U. Y ACABADO CON LAMINA DE ALUMINIO GAL. 24, FLEJADO, AVELLANADO Y FIJADA CON PIJAS DE A/INOX. EN TODAS LAS UNIONES.	71.19	M2		\$ -
5	SUMINISTRO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA LA FABRICACIÓN DE LECTOR DE MEDIDA, SIMILAR AL EXISTENTE, INCLUYE: SOPORTERÍA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN.	1.00	PZA		\$ -