

“PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE PLANTA INDUSTRIAL”



INGENIERÍA INDUSTRIAL

MATEO, GONZALO

-2018-

Nombre del título

Ingeniero Industrial

Profesional guía

Ingeniero Marcelo Coll

Tribunal evaluador

Presidente: Ing. Jorge Giubergia

I Miembro: Ing. Oscar Carvalho

II Miembro: Ing. Miguel Salom

Fecha de exposición del Trabajo

Agradecimientos

A Dios, en primer lugar, por haber sido mi sostén durante estos años.

Al Ingeniero Marcelo Coll, de manera especial, por su entrega y absoluta predisposición; por haberme permitido terminar este proyecto no solo habiendo adquirido conocimientos sino habiendo vivido una experiencia que me formó de manera integral.

A la empresa “Salvador Marinaro e Hijo SRL” por abrirme sus puertas y facilitarme toda la información necesaria para llevar a cabo este Proyecto.

A la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta y a cada uno de los profesores por guiarme y facilitarme las herramientas necesarias para llegar al final de la carrera de Ingeniería Industrial.

Y a mi familia que, con inmensa generosidad, me regalaron el privilegio de estudiar y poder ser quien soy hoy, me acompañaron y apoyaron de manera incondicional.

Muchas gracias

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Estado de la cuestión	6
2.1. Marco teórico referencial	6
2.2. Estado del arte de la tecnología empleada	11
2.2.1. Compresor a tornillo kaeser de velocidad fija.....	11
2.2.2. Compresor a tornillo kaeser de velocidad variable	16
2.2.3. Controlador maestro Sigma Air Manager.....	23
3. Definición del problema	28
3.1. Objetivos	29
3.2. Proceso involucrado	30
3.3. Análisis de los consumos energéticos.....	32
3.3.1. Energía eléctrica.....	32
3.3.2. Participación de la energía en su matriz de costos	32
3.3.3. Identificación y cuantificación de los consumos energéticos de la planta	33
3.3.4. Identificación de la distribución de los consumos energéticos de la planta	34
4. Solución propuesta	35
4.1. Alternativas de solución propuestas	35
4.2. Memoria de cálculo y comparación de alternativas de solución	36
4.3. Análisis económico de las alternativas propuestas	43
4.4. Conclusiones del estudio económico de ambas alternativas	44
4.5. Justificación económico-financiero	44

5. Conclusión	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	48
Anexo A: Descripción de la empresa donde se realizó el proyecto.....	49
Anexo B: Costos de energía eléctrica	57
Anexo C: Presupuesto provisto por la empresa Kaeser.....	61
Anexo D: Imágenes de los compresores a reemplazar y de los bienes a adquirir.....	63

1. INTRODUCCIÓN

Este Proyecto de grado tratará sobre una mejora planteada en materia de eficiencia energética y sus potenciales ahorros de la empresa “Salvador Marinaro e Hijo SRL”, la cual se dedica a la fabricación de soda, agua mineral y bebidas gaseosas.

El motivo de la elección de esta propuesta de mejora se debió a un análisis que permitió la identificación y cuantificación de los consumos energéticos de la planta, con lo cual se pudo concluir que el sector de mayor demanda de energía eléctrica es el de los compresores de aire. El aire comprimido tiene un papel muy importante en la planta y se utiliza principalmente en el sector de soplado de envases de plástico (PET) y en las líneas de producción.

Por lo tanto, el problema que se plantea y que se pretende solucionar, hace referencia a la gran cantidad de energía eléctrica que están consumiendo los compresores de aire para cumplir con sus distintas funciones, motivo por el cual se decide hacer foco en ese sector. La importancia de resolver este problema se debe al gran costo económico que le genera directamente a la empresa, que claramente se pretende disminuir.

El proyecto consiste en el reemplazo de dos compresores de aire de baja presión actualmente en funcionamiento hace mas de diez años, por dos compresores nuevos.

Con este cambio, por un lado se conseguirá mayor eficiencia por tratarse de compresores de una tecnología mas avanzada, producto de los avances y cambios de diseños en estos últimos años.

Por otra parte, uno de los dos compresores nuevos que se instalarán será un compresor de velocidad variable, lo que le permite modular la cantidad de aire que se entrega en función de la demanda y trabajando el conjunto en forma mas eficiente.

Por último se incorporaría al grupo una central de control de sala de compresores que permitiría la programación de los arranques de los distintos compresores, y la optimización en el uso del compresor de velocidad variable, de modo que el sistema entregue el aire necesario con el menor funcionamiento de compresores trabajando en vacío.

El objetivo de esta inversión consistirá en la obtención de un ahorro energético que proporcionará a su vez un ahorro económico.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. Marco Teórico Referencial

A través del tiempo, la energía no solo le ha permitido al hombre sobrevivir, sino también ha sido el elemento que ha posibilitado el desarrollo de actividades de gran beneficio para la sociedad toda. Siendo una herramienta que ha traído desarrollo y progreso, ha sido utilizada en distintos campos y con distintos fines. Es así como podemos hablar de energía eléctrica, energía aplicada en procesos industriales, energía utilizada en medios de transporte, entre otros; destacando el rol que ha tenido en los últimos años en los avances científicos y tecnológicos.

La eficiencia energética es el tema central de este Proyecto y ha sido definida como: “una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de manera de optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía, utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía”.¹

En este proyecto la eficiencia energética se obtendrá mediante el reemplazo de compresores, incorporando un compresor nuevo de velocidad fija, un compresor con tecnología de velocidad variable y una unidad de control. En resumen, la unidad de control y el compresor de velocidad variable van a permitir que el conjunto de compresores vaya entregando la cantidad exacta de aire que va demandando el sistema en su consumo, variando su potencia y su producción de aire en forma mucho mas sensible que si el sistema solo funcionara con compresores de velocidad fija como aquellos de los modelos a reemplazar. La producción de aire comprimido a la presión y caudal necesarios, sin generar excesos de presión o volúmenes de aire producido, significan un ahorro significativo de energía utilizada por el sistema.

Dicho esto, es oportuno hacer referencia a algunos conceptos para lograr un mayor entendimiento y comprensión del Proyecto.

En los párrafos anteriores se hizo alusión al tema central del proyecto que es la eficiencia energética y se explicó su significado e importancia, por ello ahora es importante explicar con mayor profundidad los medios que se utilizarán para lograr dicha eficiencia energética, es decir los compresores.

¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_energ%C3%A9tica

Definición de compresor:

Los compresores son máquinas que aspiran aire ambiente a la presión y temperatura atmosférica y lo comprimen hasta conferirle una presión superior. Son las máquinas generadoras de aire comprimido. Dependiendo la elección de las necesidades y según las características de utilización, existen distintos tipos de compresores:

- Compresores alternativos
 - De pistón
 - Diafragma
- Compresores rotativos
 - Multicelular
 - De tornillo
 - Roots
- Compresores dinámicos
 - Axial
 - Radial

El tipo de compresores que se utilizará en este proyecto y que tendremos en cuenta para su descripción será el compresor a tornillo.

Compresor a tornillo:

Los compresores a tornillo son equipos de desplazamiento positivo. El principio de funcionamiento de estos compresores se basa en la disminución del volumen del aire en la cámara de compresión donde se encuentra confinado, produciéndose el incremento de la presión interna hasta llegar al valor de diseño previsto, momento en el cual el aire es liberado al sistema.

La tecnología del tornillo es más avanzada que su antecesor, el compresor alternativo o de pistón. Ambos sistemas son de desplazamiento positivo; la principal diferencia entre estas tecnologías está en la forma de comprimir, que en el caso del compresor de tornillo es continua a lo largo del rotor y en el de pistón lo hace en dos fases (aspiración y compresión). Esta forma de comprimir el aire en el pistón genera alteraciones en el flujo, mientras que la del tornillo produce un flujo de aire continuo.

- Proceso de compresión

El compresor está formado por dos rotores que giran en paralelo y en sentido contrario, en el interior de una carcasa. Estos dos rotores tienen una geometría diferente, siendo uno de ellos, el denominado macho, el que entra en la cavidad del otro denominado hembra, para crear una cámara donde se acumula el aire aspirado.

Los dos rotores giran dentro de la carcasa, desplazando el aire desde el lado de aspiración al de descarga. Este efecto se produce por su especial diseño con forma de tornillo helicoidal.

El aire circula longitudinalmente a través de ambos tornillos directamente a la zona contraria a la aspiración, donde se produce el incremento de presión por reducción del espacio. El desplazamiento continuo de los tornillos va acumulando aire en la zona de compresión hasta alcanzar la presión requerida por el diseño del equipo, momento en el que el aire queda liberado en la tubería de descarga, quedando el compresor en funcionamiento continuo presurizando el sistema al que se encuentra conectado.

El diseño helicoidal o helicoide está basado en el tornillo de Arquímedes, que consiste de forma básica, en una espiral montada sobre un cilindro. En el caso de los compresores, este diseño es más complejo porque no solo sus perfiles están desarrollados de forma especial para conseguir la máxima eficiencia, sino que su trabajo se basa en el funcionamiento de los dos tornillos (macho y hembra) girando en paralelo.

En función de la aplicación, la presión de trabajo o el diseño de cada fabricante, el conjunto formado por los dos tornillos y su carcasa puede tener diferentes componentes. En este artículo analizaremos los componentes básicos.

- Componentes de un compresor de tornillo

Un compresor de tornillo no solo está formado por los rotores que comprimen el aire, sino que requiere de una serie de equipos adicionales que permiten accionar y controlar el funcionamiento de dichos rotores. De forma general, los elementos que componen dicho compresor son:

- Conjunto de rotores o tornillos, también conocido entre los compresoristas como AirEnd.
- Motor de accionamiento principal. Habitualmente suele ser eléctrico (trifásico o monofásico) o de combustión interna, pero según su aplicación puede ser otro tipo de accionamiento como los realizados por turbinas de vapor, motores neumáticos, hidráulicos, etc.
- Sistema de regulación y control de la aspiración. Un elemento importante en el funcionamiento del compresor que permite la regulación de la entrada del aire en el equipo.
- Sistema de lubricación general del equipo completo. Los compresores llevan instalado un circuito cerrado que incluye el sistema de filtrado y refrigeración del aceite.
- Sistema de refrigeración del lubricante. Mantiene el lubricante a la temperatura óptima de trabajo.
- Sistema de enfriamiento del aire comprimido. Para reducir la temperatura del aire comprimido a la idónea para su uso.
- Sistema de filtrado. Indispensable para eliminar partículas y restos contaminantes del aire comprimido.
- Equipo de arranque y control. Cada compresor, en función de su diseño o aplicación, lleva instalado un sistema de control que regula el funcionamiento del equipo, su arranque y paro.

- Bancada común y canopy de protección/insonorización. Aunque existen ejecuciones que no requieren de una cabina de insonorización, la mayoría de los compresores de tornillo tienen niveles sonoros elevados y deben ser aislados para evitar daños auditivos a los operarios o personas que circulan cerca de ellos. Hoy en día, estos equipos son bastante silenciosos gracias a estas protecciones.

Compresores a tornillo de velocidad fija y de velocidad variable:

En este subtítulo procederemos a explicar la tecnología aplicada, donde la velocidad variable será el punto más relevante que nos va a determinar la mejora.

Un compresor a tornillo tiene tres estados posibles de funcionamiento:

- Compresor en carga: el compresor está comprimiendo aire y, por tanto, el consumo eléctrico es máximo.
- Compresor en vacío: el compresor no está comprimiendo aire pero el motor sí está girando, de modo que el consumo eléctrico será menor (entre el 25% y el 50% respecto al máximo, aproximadamente). El objeto del funcionamiento en vacío es reducir el número de arrancadas del motor eléctrico y minimizar el desgaste mecánico.
- Compresor parado: el compresor no está comprimiendo aire y el motor está parado. El consumo eléctrico es nulo.

La situación óptima energéticamente sería que el compresor estuviese en carga cuando hubiera demanda y que parase cuando no la hubiera. No obstante, los motores eléctricos tienen un número máximo de arrancadas por hora que pueden hacer, de modo que este modo de funcionamiento no es posible. El funcionamiento en vacío, necesario desde el punto de vista mecánico, supone que se está consumiendo energía sin producir aire comprimido.

Los compresores de velocidad variable, regulados por variadores de frecuencia, ajustan el caudal de aire comprimido producido a la demanda real y reducen al máximo el funcionamiento en vacío. Son capaces de modular la producción entre aproximadamente el 25% y el 100% del caudal que produciría la máquina de velocidad fija.

Es muy importante un correcto dimensionamiento de la instalación: un compresor de velocidad fija se considerará eficiente si trabaja en carga más de un 80-85% del tiempo (el resto del tiempo trabajará en vacío). También hay que tener en cuenta que un compresor con variador de frecuencia permite un ahorro energético con respecto a un compresor de velocidad fija cuando su producción es inferior al 85-90% del caudal máximo, ya que al consumo eléctrico debido a la compresión hay que sumar el consumo eléctrico de la electrónica. De este modo, un compresor con variador de frecuencia trabajando al 100% es más ineficiente que el compresor de velocidad fija equivalente.

Un compresor de velocidad fija trabaja en una banda de presión delimitada por la presión mínima (a la que el compresor arranca) y la presión máxima (a la que el compresor entra en vacío). La diferencia entre ambas suele ser de 1 bar, de modo que para tener una presión mínima de, por ejemplo, 7 bar, el compresor estará trabajando entre 7 y 8 bar. El compresor de velocidad

variable, en cambio, puede trabajar con una banda de presión mucho más estrecha, lo cual también implica un ahorro energético al no ser necesario comprimir a la presión máxima del compresor fijo (para garantizar una presión mínima de 7 bar el compresor de velocidad variable tendría que trabajar a 7,1 bar).

Por último, el arranque de un compresor con variador de frecuencia es mucho más suave que el de un compresor de velocidad fija (habitualmente mediante contactores estrella-triángulo), lo que hace que el desgaste mecánico de la máquina sea mucho menor y su vida útil y disponibilidad sean, habitualmente, mayores.

2.2. Estado del arte de la tecnología empleada:

Características tecnológicas y productivas de los bienes a adquirir

2.2.1. Compresor a tornillo kaeser de velocidad fija

Modelo: CSD 125 (enfriado por aire)

El CSD 125 da una respuesta consecuente a todas sus exigencias en la práctica: ahorra energía, es silencioso, necesita poco mantenimiento, es fiable y suministra un aire comprimido de alta calidad. Todo ello, gracias a soluciones innovadoras en los campos de los compresores, los controladores basados en PCs industriales, en los sistemas de accionamiento, refrigeración, ventilación e insonorización, así como en mantenimiento y reparación de los equipos.

Datos técnicos (Parámetros de rendimiento a 11,0 bar sobrepresión, referido a la unidad completa, incluido el ventilador):

Caudal efectivo a 11,0 bar (g) 10,00 m³/min

Pot. electr. absorbida por unidad completa a 11,0 bar (g) 74,4 kW

Sobrepr. máx. 12,00 bar

Rendimiento motor plena carga 94,7 %

Pot. nominal motor 75,0 kW

Velocidad giro motor 2978 R/min

Tipo de protección motor IP 55

Conexión eléctrica 400V / 3 / 50Hz

Temp. salida aire comprimido sobre temp. amb. (a +20°C, 30% h.r.) 7 K

Nivel de presión acústica 72 dB(A)

Volumen de aire caliente máx. aprovechable 10700 m³/h

Conexión de aire comprimido G 2

Cantidad de llenado aceite refrigerante 34,5l

Tipo de aceite compresor SIGMA FLUID S-460

Medidas (La x An x Al) 1760 mm x 1110 mm x 1900 mm

Peso de la unidad 1308 kg

Opciones posibles:

Paquete opcional vigilancia de filtros (estándar desde la serie BSD)

Esterilla filtrante para el aire de refrigeración

Regulación de carga parcial

Pies atornillables

Equipado con sistema de recuperación del calor

Tipo de aceite refrigerante compresor

Este producto pertenece a la Clase A (industria) según la ley EMC.

Ventajas decisivas del compresor de tornillo KAESER

- Bloque compresor con PERFIL SIGMA para ahorrar energía

Todos los bloques compresores de tornillo KAESER llevan rotores con el económico PERFIL SIGMA. La fabricación esmerada y los rodamientos de precisión ajustados garantizan una larga duración y la alta fiabilidad de estos bloques compresores. La compresión es realizada en una etapa con inyección de aceite para una refrigeración, lubricación y hermetización óptimas de los rotores.

- Bajas revoluciones

Los bloques compresores de gran tamaño y marcha lenta generan una cantidad de aire comprimido mayor que la producida por los bloques pequeños de marcha rápida con la misma potencia de accionamiento. Las velocidades bajas suponen, además, un menor desgaste y, por tanto, unos costes de mantenimiento menores.

- Económico accionamiento 1:1

El bloque compresor y el motor de accionamiento IE3, el acoplamiento y su brida forman un grupo compacto prácticamente libre de mantenimiento. Como el accionamiento directo KAESER (1:1) no provoca pérdidas de transmisión, el consumo de energía puede reducirse hasta en un 5 % con respecto a versiones con transmisión por correas o engranajes.

- Eficaz trayectoria del aire de refrigeración

Además de mejorar la eficacia de la refrigeración, este sistema ofrece otras ventajas: El aire de refrigeración se aspira a través de los refrigeradores y luego se sopla directamente hacia arriba. De esta manera, la corriente principal de refrigeración no ensucia el interior de la unidad. La mayor parte de las partículas de suciedad contenidas en el aire de refrigeración se depositan a la entrada del refrigerador, que se encuentra en el exterior de la unidad. Allí son fáciles de detectar y eliminar sin necesidad de desmontar el refrigerador. De este modo aumenta la seguridad de servicio y se reduce el mantenimiento.

Controlador para compresores SIGMA CONTROL 2

Con el controlador interno SIGMA CONTROL 2 (inteligencia local, proveedor de datos para la inteligencia de SIGMA AIR MANAGER 4.0), se puede ajustar con exactitud el desempeño del compresor para cubrir el respectivo consumo de aire.

- Coordina y optimiza la interacción entre la producción y consumo de aire comprimido
- Diversas funciones pre programadas y sistemas de control para ahorrar energía
- Facilita el manejo eficiente del sistema de aire comprimido

Los distintos modos de regulación a elegir, el reloj conmutador y la función de alternancia de la carga base contribuyen a reducir aún más el consumo de energía del compresor. El preciso sensor electrónico de presión ayuda a minimizar la diferencia de conmutación, lo cual permite alcanzar un ahorro adicional.

- La central de mando

La unidad de control, fabricada acorde a los estándares industriales, está equipada con una clara pantalla y teclas robustas. Toda la información relevante se puede consultar de un vistazo. La clara estructura de los menús, unida a los 30 idiomas disponibles, simplifica el manejo aún más.

- Seguridad gracias a la RFID

El Sigma Control 2 ofrece una alta seguridad gracias a la funcionalidad RFID (Radio Frequency Identification, identificación por radiofrecuencia), que hace más segura la conexión del usuario y/o de los técnicos de asistencia KAESER, ofreciendo la garantía de que las máquinas no podrán ser operadas ni sus ajustes manipulados por personas sin autorización.

- Flexibilidad de comunicación

El Sigma Control 2 se comunica internamente con el compresor a través de módulos de entrada y salida (módulos IO) concebidos para las distintas series de compresores. La interfaz de ethernet y los módulos variables (insertables) para comunicación bus permiten la comunicación hacia el exterior, con sistemas superiores de mando. El servidor de red integrado posibilita la visualización del panel de mandos, de la estructura de menús y de la memoria de eventos, permitiendo la vigilancia remota.

- Actualización y memorización

La ranura para tarjeta SD permite realizar de manera rápida las actualizaciones de software, así como la memorización o transmisión de los parámetros de servicio, lo cual ayuda a recortar gastos de mantenimiento. Además, las tarjetas SD pueden usarse para memorizar datos importantes de servicio a largo plazo.

Equipamiento SIGMA CONTROL 2

- Controladores
 - Sistema modular, con unidad de control, módulos de entrada y salida, fuentes de alimentación y servidor de red; concebido para su uso en compresores de tornillo Kaeser.
 - Diodos luminosos (LEDs) en los colores de un semáforo para indicar los estados de servicio
 - Vigilancia y regulación totalmente automáticas; modos de regulación Dual, Quadro, Vario y Dynamic a elegir de serie (dependiendo del tamaño del compresor)
 - Reloj conmutador para funciones del compresor (Con, Des) o salidas externas
 - Función de carga base alternante con dos compresores en servicio
 - Servidor de red e indicación remota de los datos de servicio; pantalla de texto claro, 30 idiomas a elegir
- Hardware
 - Potente procesador industrial; todas las piezas y componentes están diseñados para las condiciones de la industria
 - Pantalla gráfica, LEDs de indicación y teclas de membrana de alta calidad; reloj en tiempo real asegurado por pila,
 - Preciso transductor electrónico de presión
- Armario eléctrico
 - Protegido contra polvo y salpicaduras, IP 54
 - Módulos de entrada/salida con enchufes codificados para evitar confusiones en la conexión de los cables de señales
 - Regleta de bornes para contactos libres de potencial adicionales
- Interfaces
 - Ranura para tarjetas SD para actualizaciones

- Adaptador para módulos de comunicación
- Bus USS para convertidor de frecuencia, lector RFID (Radio Frequency Identification), ethernet Certificados
- CE, cULus, EMC; certificados navales GL, ABS, LRS, DNV
 - Opciones/accesorios
- Módulos de comunicación insertables para Profibus DP; Modbus TCP, Profinet, Devicenet

2.2.2. Compresor a tornillo kaeser de velocidad variable (con convertidor de frecuencia)

Modelo: CSD 125 SFC (refr. por aire)

SFC - economía consecuente

Los compresores Kaeser dan una respuesta consecuente a todas sus exigencias en la práctica: ahorran energía, son silenciosos, necesitan poco mantenimiento, son fiables y suministran un aire comprimido de alta calidad. Todo ello gracias a soluciones innovadoras en los campos del bloque compresor, el controlador basados en un PC industrial, el motor Premium Efficiency IE3, la refrigeración, la ventilación y la insonorización, así como en mantenimiento y reparación de los equipos.

La unidad CSD 125 SFC está equipada con un convertidor de frecuencia SIGMA FREQUENCY CONTROL (SFC). El convertidor SFC y el compresor forman una unidad compacta, lista para funcionar y totalmente cableada que ocupa poco espacio y con conexiones cortas entre la regulación electrónica y el motor.

Datos técnicos (Parámetros de rendimiento a 11,0 bar sobrepresión, referido a la unidad completa, incluido el ventilador):

A frecuencia máx: 63,0 Hz

Caudal efectivo 10,15 m³/min

Pot. electr. absorbida por unidad completa 79,4 kW

Velocidad de giro 3752 R/min

A frecuencia mín: 15,0 Hz

Caudal efectivo 2,00 m³/min

Pot. electr. absorbida por unidad completa 20,2 kW

Velocidad de giro 893 R/min

Sobrepresión máx. 12,00 bar

Rendimiento motor a plena carga 94,7 %

Potencia nominal motor 75,0 kW

Tipo de protección motor IP 55

Temp. salida aire comp. por encima de temp. ambiente* 7 K

Nivel de presión acústica 73 dB(A)

Volumen aire caliente máx. aprovechable 10700 m³/h

Conexión de aire comprimido G2

Alimentación eléctrica 400V / 3 / 50Hz

Cantidad de llenado aceite refrigerante 34,5 l

Tipo de aceite refrig. compresor SIGMA FLUID S-460

Medidas (An x Prof x Al) 1760 mm x 1110 mm x 1900 mm

Peso 1403 kg

Salvo modificaciones técnicas:

*a Ta = 20 °C, 30 % de h.r., presión del aire 1000 mbar, TFC = 70°C

Opciones posibles:

Paquete opcional vigilancia de filtros (estándar desde la serie BSD)

Esterilla filtrante para el aire de refrigeración

Pies atornillables

Equipado con sistema de recuperación del calor

Tipo de aceite refrigerante compresor

· Este producto pertenece a la Clase A (industria) según la ley EMC.

Ventajas decisivas del compresor de tornillo KAESER

- Bloque compresor con PERFIL SIGMA para ahorrar energía

Todos los bloques compresores de tornillo KAESER llevan rotores con el económico PERFIL SIGMA. La fabricación esmerada y los rodamientos de precisión ajustados garantizan una larga duración y la alta fiabilidad de estos bloques compresores. Compresión en una etapa con inyección de aceite para una refrigeración, lubricación y hermetización óptimas de los rotores.

- Bajas revoluciones

Los bloques compresores de gran tamaño y marcha lenta generan una cantidad de aire comprimido mayor que la producida por los bloques pequeños de marcha rápida con la misma potencia de accionamiento. Las velocidades bajas suponen, además, un menor desgaste y, por tanto, unos costes de mantenimiento menores.

- Económico accionamiento 1:1

El bloque compresor y el motor de accionamiento IE3, el acoplamiento y su brida forman un grupo compacto prácticamente libre de mantenimiento. Como el accionamiento directo KAESER (1:1) no provoca pérdidas de transmisión, el consumo de energía puede reducirse hasta en un 5 % con respecto a versiones con transmisión por correas o engranajes.

- Eficaz trayectoria del aire de refrigeración

Además de mejorar la eficacia de la refrigeración, este sistema ofrece otras ventajas: El aire de refrigeración se aspira a través de los refrigeradores y luego se sopla directamente hacia arriba. De esta manera, la corriente principal de refrigeración no ensucia el interior de la unidad. La mayor parte de las partículas de suciedad contenidas en el aire de refrigeración se depositan a la entrada del refrigerador, que se encuentra en el exterior de la unidad. Allí son fáciles de detectar y eliminar sin necesidad de desmontar el refrigerador. De este modo aumenta la seguridad de servicio y se reduce el mantenimiento.

- Convertidor de frecuencia Siemens

Los convertidores de frecuencia de la marca Siemens Sigma Frequency Control que se instalan en todos los compresores de tornillo Kaeser de velocidad variable son de eficacia probada, y su compatibilidad electromagnética, controlada y certificada acorde a las directivas EMC.

- Funcionamiento a altas temperaturas ambientales

El generoso dimensionado de los convertidores de frecuencia y la eficaz refrigeración de su armario eléctrico (separado) garantizan un rendimiento máximo de los compresores KAESER SFC, incluso a temperaturas ambientales de hasta +45 °C.

- Presión constante

El flujo volumétrico de los compresores de tornillo SFC puede adaptarse al consumo real y dependiendo de la presión modificando de modo continuo la velocidad de giro dentro del campo de regulación. La presión de servicio se mantiene constante, con una variación mínima de +/- 0,1 bar, dependiendo de la capacidad de amortiguación del volumen de la red conectada a continuación. De este modo se consigue una reducción de la presión máxima sin afectar a la presión de la red, lo cual significa ahorrar dinero contante y sonante, ya que por cada bar que se baja la presión máx., el consumo de energía se reduce un 6-10 %.

- EMC - Sin interferencias

El funcionamiento de un compresor puede provocar interferencias en otros aparatos o máquinas o bien verse afectado por ellos. Por esa razón deben cumplir las exigencias de la directiva europea EMC (electromagnetic compatibility) y las normativas nacionales de compatibilidad electromagnética. Todos los productos KAESER han pasado los controles de EMC y llevan el sello de calidad VDE- EMC.

Controlador para compresores SIGMA CONTROL 2

Con el controlador interno SIGMA CONTROL 2 (inteligencia local, proveedor de datos para la inteligencia de SIGMA AIR MANAGER 4.0), se puede ajustar con exactitud el desempeño del compresor para cubrir el respectivo consumo de aire.

- Coordina y optimiza la interacción entre la producción y consumo de aire comprimido
- Diversas funciones pre programadas y sistemas de control para ahorrar energía
- Facilita el manejo eficiente del sistema de aire comprimido

Los distintos modos de regulación a elegir, el reloj conmutador y la función de alternancia de la carga base contribuyen a reducir aún más el consumo de energía del compresor. El preciso sensor electrónico de presión ayuda a minimizar la diferencia de conmutación, lo cual permite alcanzar un ahorro adicional.

- La central de mando

La unidad de control, fabricada acorde a los estándares industriales, está equipada con una clara pantalla y teclas robustas. Toda la información relevante se puede consultar de un vistazo. La clara estructura de los menús, unida a los 30 idiomas disponibles, simplifica el manejo aún más.

- Seguridad gracias a la RFID

El Sigma Control 2 ofrece una alta seguridad gracias a la funcionalidad RFID (Radio Frequency Identification, identificación por radiofrecuencia), que hace más segura la conexión del usuario y/o de los técnicos de asistencia KAESER, ofreciendo la garantía de que las máquinas no podrán ser operadas ni sus ajustes manipulados por personas sin autorización.

- Flexibilidad de comunicación

El Sigma Control 2 se comunica internamente con el compresor a través de módulos de entrada y salida (módulos IO) concebidos para las distintas series de compresores. La interfaz de ethernet y los módulos variables (insertables) para comunicación bus permiten la comunicación hacia el exterior, con sistemas superiores de mando. El servidor de red integrado posibilita la visualización del panel de mandos, de la estructura de menús y de la memoria de eventos, permitiendo la vigilancia remota.

- Actualización y memorización

La ranura para tarjeta SD permite realizar de manera rápida las actualizaciones de software, así como la memorización o transmisión de los parámetros de servicio, lo cual ayuda a recortar gastos de mantenimiento.

Además, las tarjetas SD pueden usarse para memorizar datos importantes de servicio a largo plazo.

Equipamiento SIGMA CONTROL 2

- Controladores
 - Sistema modular, con unidad de control, módulos de entrada y salida, fuentes de alimentación y servidor de red; concebido para su uso en compresores de tornillo Kaeser.
 - Diodos luminosos (LEDs) en los colores de un semáforo para indicar los estados de servicio
 - Vigilancia y regulación totalmente automáticas; modos de regulación Dual, Quadro, Vario y Dynamic a elegir de serie (dependiendo del tamaño del compresor)
 - Reloj conmutador para funciones del compresor (Con, Des) o salidas externas
 - Función de carga base alternante con dos compresores en servicio
 - Servidor de red e indicación remota de los datos de servicio; pantalla de texto claro, 30 idiomas a elegir
- Hardware
 - Potente procesador industrial; todas las piezas y componentes están diseñados para las condiciones de la industria
 - Pantalla gráfica, LEDs de indicación y teclas de membrana de alta calidad; reloj en tiempo real asegurado por pila,
 - Preciso transductor electrónico de presión
- Armario eléctrico
 - Protegido contra polvo y salpicaduras, IP 54
 - Módulos de entrada/salida con enchufes codificados para evitar confusiones en la conexión de los cables de señales
 - Regleta de bornes para contactos libres de potencial adicionales
- Interfaces
 - Ranura para tarjetas SD para actualizaciones
 - Adaptador para módulos de comunicación
 - Bus USS para convertidor de frecuencia, lector RFID (Radio Frequency Identification), ethernet
- Certificados

- CE, cULus, EMC; certificados navales GL, ABS, LRS, DNV
 - Opciones/accesorios
- Módulos de comunicación insertables para Profibus DP; Modbus TCP, Profinet, Devicenet.

2.2.3. Controlador maestro SIGMA AIR MANAGER

Modelo: SAM 4.0-4

“El director de orquesta del ahorro energético”

El SIGMA AIR MANAGER 4.0 (SAM 4.0) está basado en un potente PC industrial con procesador multinúcleo "Quad Core". La regulación adaptativa 3-D "advanced" calcula con antelación toda una serie de posibilidades y elige de entre ellas la más eficiente desde el punto de vista del consumo energético. De esta forma, es capaz de adaptar óptimamente el caudal y el consumo energético de los compresores al consumo de aire comprimido real de cada momento. A diferencia de otros controladores maestros convencionales, en este caso no solo se procura mantener un margen de presión reducido con presiones diferenciales de conmutación mínimas, sino que se persigue optimizar la eficiencia energética total (basándose en las pérdidas de regulación, conmutación y en la flexibilidad de la presión).

Datos técnicos:

Total de compresores controlables máx. 4

Puertos SIGMA NETWORK RJ45

Puertos RJ45 SIGMA NETWORK 7

Puertos FOC (LWL) SIGMA NETWORK 0

Señales de salida libres:

Salidas de relé (también para el control de compresores sin SC) 5

Señales de entrada libres (por ejemplo, para componentes de tratamiento)

Salidas de relé (también para el control de compresores sin SC) 5

digital, 24 V DC (preasignada para CON-DES remoto) 1

analógica, 0/4-20 mA (por ejemplo, para medición del caudal) 3

analógica, 0/4-20 mA (por ejemplo, para transductor de presión "Presión de red") 1

Señales de salida libres:

Gama de presión del transductor de presión 0 - 16 bar / 232 psi

Número de los transductores de presión 1

Datos técnicos:

Alimentación eléctrica 100-240V / 1 / 50/60Hz

Tipo de protección armario eléctrico IP 54

Dimensiones (an x prof x al) 540 mm x 284 mm x 483 mm

Masa 15 kg

Montaje en pared

Temperatura ambiental 0 hasta 45 °C

Salvo modificaciones técnicas.

Interfaces de comunicación:

Gigabit-Ethernet para visualización remota (servidor de red), correo electrónico estándar

Ranura para módulo de comunicación (para conexión a la técnica de mando) estándar

Ranura para tarjetas SD HC/XC (por ejemplo, para actualizaciones) estándar

Equipamiento:

Visualización por medio de servidor de red integrado estándar

Memoria de datos de servicio a largo plazo, aprox. 1 año estándar

Armario eléctrico de chapa de acero/plástico para montaje en pared estándar

Opciones posibles:

SNW-PROFIBUS-Master (para conexión de compresores con SC) No

Módulo de comunicación No

Control de red parcial no disponible aún

Interfaz usuario-máquina:

· Guía intuitiva del usuario

- Pantalla TFT de 12.1" con retroiluminación por LED, placa robusta de vidrio como superficie de mando, pantalla a color industrial 16:10 con teclas de función capacitivas, resolución de 1280 x 800 píxeles.

- Cuatro teclas sensor con retroiluminación por LED

- Lector grabador de tarjetas RFID para las KAESER Equipment Cards y las KAESER RFID-Keys

- 30 idiomas

Funciones del SIGMA AIR MANAGEMENT SYSTEM:

- Una de sus funciones básicas es la optimización del consumo energético de la estación de compresores. Esa optimización se realiza eligiendo la combinación de compresores más eficiente, mejorando la eficiencia de la presión, la regulación y la conmutación. (Regulación adaptativa 3-D"advance")

- El reloj conmutador dispone de 100 puntos de conmutación para cada semana. De esta forma es fácil ajustar el controlador maestro a las condiciones de servicio, por ejemplo, desconectando o reduciendo la presión al final de las jornadas de trabajo o los fines de semana.

- El esquema T&I y toda la información relevante de la estación de compresores se visualizan con claridad. Así es posible comprobar rápidamente el estado real de la estación compresores en todo momento, lo cual supone un ahorro de tiempo y una mejora de la seguridad.

- SIGMA AIR MANAGER 4.0 lleva integrado un concepto de seguridad muy amplio. Los compresores conmutan automáticamente a autocontrol en casos como una caída de tensión del controlador maestro o de avería en las conexiones de comunicación para garantizar la producción de aire comprimido. Así se asegura la fiabilidad del suministro.

Ventajas decisivas:

- Regulación adaptativa 3-D"advance"

La innovadora regulación 3-D"advanced" tiene en cuenta las pérdidas de conmutación (arranques/paradas) y otros parámetros que influyen en la eficiencia energética del sistema de aire comprimido. Por ejemplo, el consumo adicional debido a las pérdidas de regulación (marcha en vacío y convertidor de frecuencia) y la flexibilidad de la presión. La regulación adaptativa 3D"advanced" analiza la relación entre los parámetros con el objetivo de conseguir la mayor eficiencia energética posible, calculando el funcionamiento óptimo y regulando los compresores para lograrlo. La presión nominal es decisiva para el cálculo adaptativo de la frecuencia de conmutación. Debe mantenerse lo más baja posible.

- Visualización y análisis

El servidor de red integrado prepara los datos sobre el estado de la estación de aire comprimido en forma de páginas HTML. Así es posible representar gráficamente los datos se la

memoria histórica del SAM. Pueden visualizarse y analizarse todos los datos actuales y de hasta hace un año: los estados de servicio de los compresores, la evolución de la presión, el caudal y las potencias, así como los avisos de averías y mantenimiento. El consumo de energía y sus costes, tanto del sistema completo como de los distintos componentes, se visualizan en forma de tablas y, en parte, también en gráficos. De este modo, el usuario puede reconocer de un vistazo si la estación de aire comprimido está funcionando o no con la eficiencia energética deseada. Naturalmente, también pueden descargarse los datos para la gestión de la energía acorde a la ISO 50001 con toda facilidad. El esquema T&I y toda la información relevante de la estación de compresores se visualizan en la pantalla a SAM 4.0 Logic.

- SAM 4.0 Logic (no disponible aún)

Las funciones lógicas del controlador están perfectamente ajustadas a cada estación de compresores, lo cual le permite prescindir en muchos casos de un SPS adicional o de un controlador lógico para otras funciones, como el control de válvulas. Esto supone un gran ahorro con respecto a una combinación de un controlador convencional con un SPS adicional.

- Calidad de presión optimizada

La innovadora regulación 3-D"advanced" tiene en cuenta las pérdidas de conmutación (arranques/paradas) y otras dos dimensiones que influyen en la eficiencia energética del sistema de aire comprimido: el gasto de energía por pérdidas de regulación (marcha en vacío y pérdidas del convertidor de frecuencia) y la flexibilidad de la presión (aumento medio por encima de la presión nominal). El SAM analiza la relación entre las tres dimensiones con el objetivo de conseguir la mayor eficiencia energética posible, calculando el funcionamiento óptimo y regulando los compresores para lograrlo. La presión nominal es decisiva para el cálculo adaptativo de la frecuencia de conmutación. La calidad de la presión dependerá del buen mantenimiento de la presión nominal. La regulación

3-D"advanced" permite por primera vez optimizar la calidad de la presión de las estaciones de compresores, al mismo tiempo que reducir la presión media.

- Puesta en marcha más sencilla gracias a la herramienta de planificación KAESER

La innovadora herramienta de planificación "Engineering Base" garantiza un aprovechamiento máximo del potencial del ahorro de su estación de compresores. La estructura de la estación de aire comprimido (esquema T&I), los datos exactos de rendimiento de los compresores y los demás componentes de la estación, así como el resto de la información relevante, confluyen en esta novedosa herramienta de planificación y se cargan en el SIGMA AIR MANAGER 4.0 durante la puesta en marcha. El SAM 4.0 se encarga de manera totalmente autónoma de conseguir el rendimiento energético óptimo en su estación de compresores. Para el usuario, esto significa una eficiencia energética máxima y una extraordinaria facilidad de operación: solo tiene que introducir la presión nominal. Eso es todo.

- SAM 4.0 crece al ritmo de su demanda de aire comprimido (opcional)

El SAM 4.0 lleva prácticamente preprogramado el crecimiento de su estación. Para el SAM 4.0, "crecer" es muy fácil. Basta una simple actualización del software, por ejemplo de SAM 4.0-4 a SAM 4.0-8. Así, su estación puede ampliarse sin necesidad de instalar un hardware nuevo. Esto significa la tranquilidad de poder crecer en el futuro sin nuevas inversiones en hardware.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el tema de la eficiencia energética ha tomado gran relevancia en el mundo entero. Al referirse a este tema se hace un enfoque a la menor cantidad de consumo de energía posible, para la mayor satisfacción de las necesidades. La eficiencia energética es de gran interés porque supone una mejora para el medio ambiente, y un ahorro monetario en lo que al pago de facturas de energía se refiere.

Antes de realizar cualquier diagnóstico, hay que tener en cuenta los factores que influyen sobre la eficiencia energética, los cuales fueron mencionados en el párrafo anterior: factores relacionados con barreras ambientales y tecnológicas y factores relacionados con los costos. Al tener un mayor entendimiento de éstos, se prosigue a analizar en qué partes de los procesos se consume mayoritariamente energía. En otras palabras, cualquier empresa que desee reducir sus costos energéticos, debe conocer sus limitaciones. Para que esto se lleve a cabo, se debe tener un control sobre los indicadores energéticos que la empresa pueda tener.

Por ello la empresa “Salvador Marinaro e Hijo SRL” tomó la decisión de contratar a la empresa “ABAMPERE”, la cual realizó una auditoría energética para poder determinar el sector de mayor demanda de energía, lo cual se detallará en el inciso 3.3. “Análisis de los consumos energéticos”; para luego, con esa información, poder tomar las medidas correspondientes y proponer una solución adecuada, lo cual se describirá en la capítulo 4 “Solución propuesta”.

3.1. Objetivos

Objetivo general

El objetivo general de este Proyecto consistirá en la obtención de un ahorro energético que proporcionará a su vez un ahorro económico, mediante el reemplazo de compresores.

Objetivos específicos

- Evaluar cuantitativamente y cualitativamente el consumo energético.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- Determinar el sector de mayor consumo energético.
- Identificar potenciales de ahorro energético y económico.
- Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimientos.
- Definir posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

Descripción de los objetivos técnicos del proyecto

En una primera fase, el proyecto consiste en el reemplazo de dos compresores de baja presión actualmente en funcionamiento hace mas de diez años, por dos compresores nuevos.

Con este cambio, por un lado se conseguirá mayor eficiencia por tratarse de compresores de una tecnología mas avanzada, producto de los avances y cambios de diseños en estos últimos años.

Por otra parte, uno de los dos compresores nuevos que se instalarán será un compresor de velocidad variable, lo que le permite modular la cantidad de aire que se entrega en función de la demanda y trabajando el conjunto en forma mas eficiente.

Por último se incorporaría al grupo una central de control de sala de compresores que permitiría la programación de los arranques de los distintos compresores, y la optimización en el uso del compresor de velocidad variable, de modo que el sistema entregue el aire necesario con el menor funcionamiento de compresores trabajando en vacío

3.2. Proceso involucrado

Proceso de soplado de envases no retornables

Este proceso es tenido en cuenta y analizado en este capítulo debido a que es una actividad que esta directamente relacionada al tema que estamos tratando. Esta relación se debe a que el sector de mayor demanda de energía eléctrica son los compresores de aire, y el aire comprimido es utilizado principalmente en el sector de soplado de envases de plástico no retornables (PET).

El proceso de soplado consiste en alimentar preformas plásticas (material PET) en las sopladoras, las cuales sufren un calentamiento para luego ser sopladas mediante aire a alta presión, en moldes que varían según el tipo de envase que se vaya a fabricar.

Una vez soplados, en algunos casos los envases se colocan en bolsas plásticas y se almacenan en depósito hasta su utilización en las líneas de envasado; y en otros, las botellas pasan directamente por un transportador al sector de alimentación de envases de las líneas de embotellado.

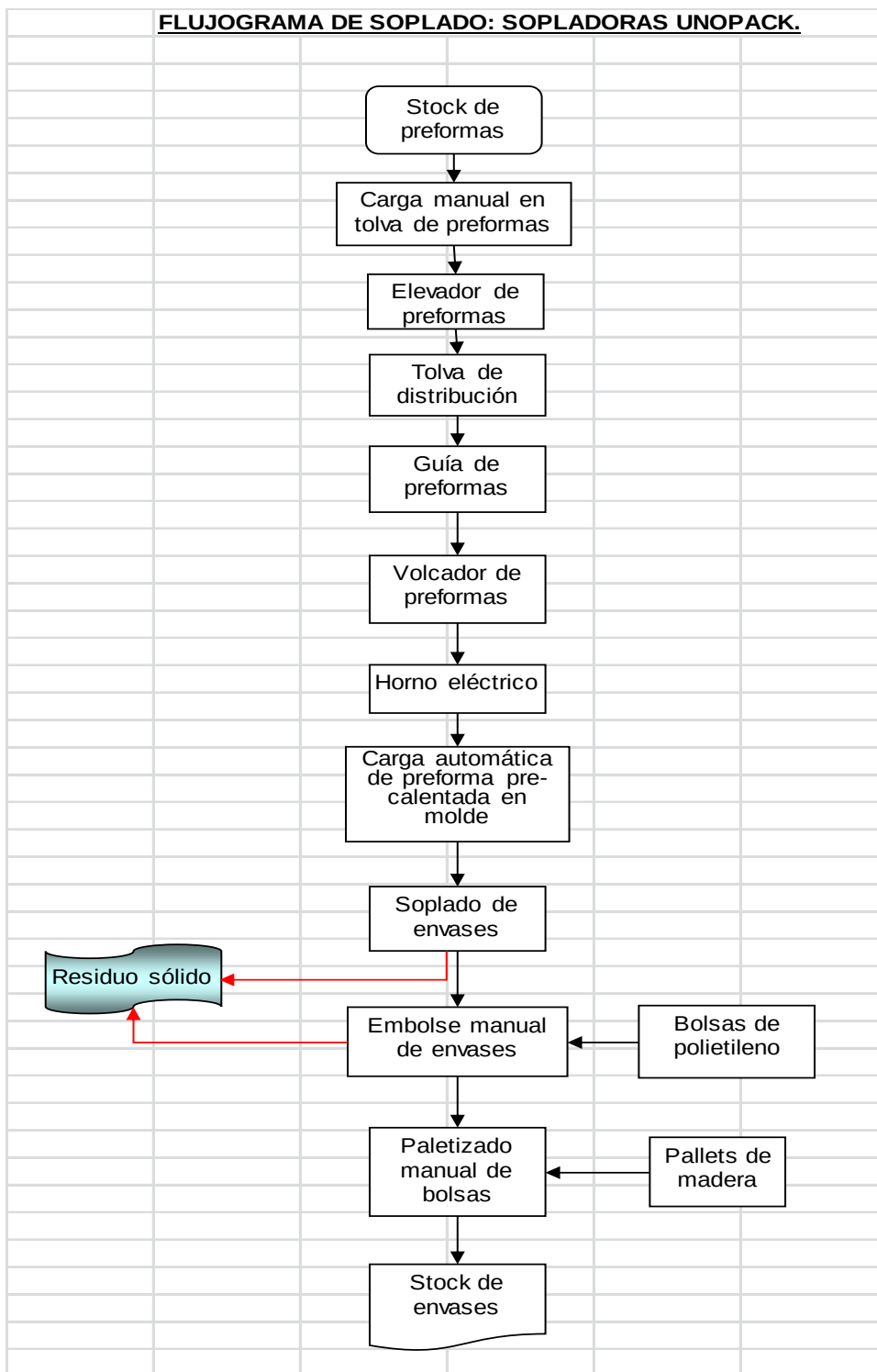
El aire comprimido que utilizan las máquinas sopladoras para su funcionamiento es de dos tipos: de baja presión y de alta presión.

Los accionamientos neumáticos de las máquinas son realizados con aire de baja presión (aprox. 8kg/cm²).

El soplado de envases propiamente dicho se lleva a cabo con aire a alta presión (aprox. 40kg/cm²). Para ello se cuenta con compresores de baja presión que comprimen el aire hasta 10kg/cm² aprox. y alimentan a los boosters (compresores de alta presión), los cuales elevan la presión desde 10kg/cm² hasta 40kg/cm².

A continuación observaremos en detalle el proceso de soplado mediante la utilización de un flujograma.

Flujograma de soplado (sopladora unopack)



3.3. Análisis de los consumos energéticos

3.3.1. Energía eléctrica

La empresa compra energía en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) bajo la categoría de gran usuario menor (GUME).

En el Anexo B tenemos una descripción completa del desglose de ítems que conforman el costo de la energía eléctrica.

Desde el punto de vista de la eficiencia energética, todas las medidas de ahorro de energía que requieran inversiones se tienen que evaluar contra el costo medio de la energía.

A los efectos del cálculo de repago de inversiones podemos considerar un valor de 90 u\$/MWh como valor representativo.

Los siguientes valores corresponden a los costos reales en planta para el primer semestre de 2015.

Promedio	u\$/MWh	77.95
Maximo	u\$/MWh	102.95
Minimo	u\$/MWh	64.90

En los suministros de energía con una potencia superior a los 300 kW, tenemos dos escalones de precios de energía. Uno corresponde a la demanda base (demanda media por tipo de día y banda horaria correspondiente al año 2005) y un segundo escalón con precios más altos que corresponde a la demanda excedente.

En algunos meses, la demanda alcanza valores similares a los registrados en el año 2005, y se registran valores de demanda excedente y resulta un costo de energía marginal superior a la media actual.

Con medidas de eficiencia, Marinaro puede mantener el costo de la energía en la banda de la energía base, evitando mayores costos.

3.3.2. Participación de la energía en su matriz de costos

Los volúmenes de producción son variables, del orden 48.000 hl/mes en verano y 25.000 hl/mes en invierno y vamos a tomar un precio medio de 300 \$/hl.

El impacto del costo de la energía eléctrica como porcentaje del costo total de la producción es del orden de 0.75% en verano y 2 % en invierno. El mayor impacto en invierno se debe:

- Durante el invierno la energía eléctrica tiene costos unitarios mayores, debido a que la generación de energía se produce con una mayor participación de combustibles más caros como el fuel oil y el gas oil.
- Asimismo la planta mantiene una potencia convenida con la empresa distribuidora que es fija a lo largo de todo el año, y en los meses de invierno tenemos una menor demanda de energía, con lo cual el costo unitario de la energía recibida durante estos meses invernales se incrementa.

3.3.3. Identificación y cuantificación de los consumos energéticos de la planta

- Compresores de aire: el sector de mayor demanda de energía eléctrica son los compresores de aire. El aire comprimido se utiliza principalmente en el sector de soplado de envases de plástico (PET) y en las líneas de producción. Los principales compresores afectados al sector de soplado son:

Cuadro Nro 1 – Compresores sector soplado

Sector	Marca	Modelo	Presión kg/cm ²	Potencia kW	Año
Sopladoras Unopack	KAESER	CSD 122	11	75	2004
Soplado de envases	KAESER	CSD 122	11	75	2003
Sopladoras Unopack	KAESER	N 753-G	10 a 40	30	2001
Sopladoras Unopack	KAESER	N 753-G	10 a 40	30	2009
Sopladoras Unopack	CETEC	ETR125-C	10	22	2004*
Sopladoras Unopack	CETEC	ETR125-C	8	22	2005*

Cuadro Nro 2 – Compresores sector producción

Sector	Marca	Modelo	Presión kg/cm ²	Potencia kW	Año
Líneas de 1/2lt y	CETEC	ETR125-C	10	22	1997*
Línea de 3lt y 21/4lt	CETEC	ETR125-C	10	22	1998*
Línea de bidones descartable	VMC	1937	8	14.7	1992*
Sopladoras Cetpack	CETEC	ETR125-C	13	22	1997
Embotellado de líneas varias	CETEC	ETR125-C	10	22	1997

- Compresores de amoníaco: la planta cuenta con dos compresores de amoníaco, de los cuales el más importante opera todo el año y el equipo más chico solo en los meses de verano.
- Sopladoras: el consumo de energía en las sopladoras corresponde por un lado por la demanda de aire comprimido y además se suma el consumo propio, principalmente en resistencias calefactoras, del orden de 200 kW en total.
- Resto de la planta: la planta cuenta con bombas de agua de pozo, líneas de llenado de bidones, sifones y botellas PET, e iluminación.
- Caldera: tenemos una caldera de 0.8 ton/h de producción

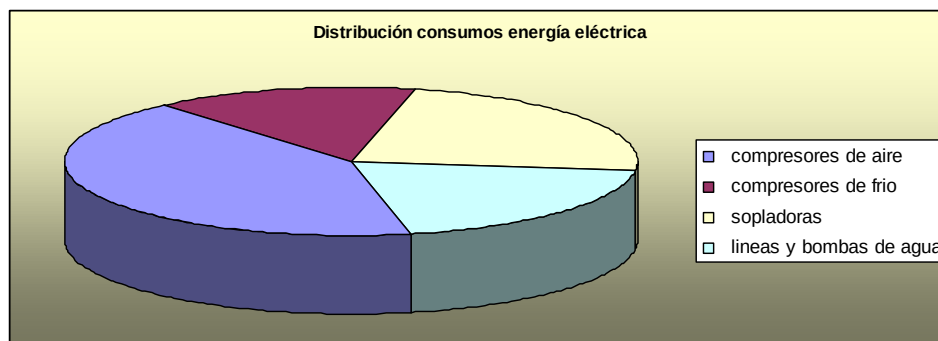
Cuadro Nro 3 – Tabla resumen de la potencia instalada

Tabla resumen	
Potencias electricas	kW
compresores de aire	356
compresores de frio	129
sopladoras	200
lineas y bombas de agua	168
	kW termicos
Caldera	125

3.3.4. Identificación de la distribución de los consumos energéticos de la planta.

Energía eléctrica: los consumos de energía eléctrica se concentran principalmente en los compresores de aire.

Figura Nro 1 – distribución consumo de energía eléctrica



4. SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. Alternativas de Solución Propuestas

Una vez definida la problemática a solucionar, se evaluaron dos alternativas de inversión posibles, y se analizaron ambas por comparación con la situación presente de la planta, es decir la opción de dejar los 2 compresores existentes en funcionamiento sin efectuar inversión alguna. A esta última opción a efectos de los cálculos se la definió como la alternativa base.

Las dos alternativas analizadas fueron:

Alternativa A): Consiste en la compra de 2 compresores CSD125, de velocidad fija, similares a los existentes pero en un modelo más actual y mejorado. De igual potencia que los actuales, que datan del año 2003 y 2004, pero con parámetros de funcionamiento mejorados en caudal y eficiencia. Asimismo se consideró que estos compresores nuevos tienen un rendimiento del 100% en su producción, mientras que para los compresores actuales se tomó un rendimiento del 85% por su antigüedad y por las horas acumuladas de uso de los mismos que afectan su *performance*.

Alternativa B): Consiste en la compra de 2 compresores CSD125, pero uno de ellos con un sistema de variación de velocidad electrónico regulable, que permite a este compresor modular su velocidad y potencia y regular el caudal de la producción de aire. También esta segunda alternativa incluye la inversión en un sistema de control electrónico de última generación para el control de varios compresores, llamado SAM-4, que permite administrar la marcha y potencia del sistema de compresores haciendo que los mismos trabajen en forma mas eficiente. Esta segunda opción requiere de una inversión un poco mayor, pero permite un uso más eficiente del sistema con un ahorro de energía aún mayor que en la opción anterior. Las consideraciones de eficiencia y producción de los compresores existentes de la alternativa anterior, fueron las mismas a las utilizadas en esta segunda alternativa.

Para el análisis de ambas alternativas, se realizaron cálculos teóricos del aire generado por los compresores actuales considerando los parámetros de caudal y eficiencia provistos por el fabricante, y con esa información se calcularon las horas de funcionamiento y consumos de los compresores nuevos, de modo de poder estimar el consumo de energía de los dos sistemas propuestos y del sistema actual para una misma producción de aire en condiciones normalizadas.

Con esta información y con los parámetros de producción y eficiencia de los compresores nuevos se calcularon los consumos de energía para las dos alternativas analizadas, y por diferencia con los consumos de los compresores actuales se estimaron los ahorros de energía de los sistemas propuestos y el ahorro económico asociado en cada caso.

Finalmente con los montos de las inversiones de cada una de las alternativas propuestas, y con los ahorros estimados, se calcularon los flujos de fondos del proyecto y los análisis de VAN y TIR de las dos opciones bajo análisis.

4.2. Memoria de cálculo y comparación de alternativas de inversión

- **Alternativa Base:**

Alternativa Base: Continuar con los Compresores Actuales

Compresor N° 1

Marca KAESER CSD 122	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	10,05
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia que toma operando en vacío: (% del nominal)	28%
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total)	25%
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	85%

Compresor N° 2

Marca KAESER CSD 122	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	10,05
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia que toma operando en vacío: (% del nominal)	28%
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total)	25%
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	85%

Cálculo del Volumen de Aire Generado Anualmente y Energía Consumida:

Horas totales de funcionamiento de cada compresor:	6600
Horas de funcionamiento con carga:	4950
Horas de funcionamiento en vacío:	1650
Volumen de aire generado en el año por cada compresor (m3)	2.537.123
Volumen total de aire generado en el año (m3)	5.074.245
Energía total consumida funcionando con carga:	742.500
Energía total consumida funcionando en vacío:	69.300
Energía Total consumida por año (kwh):	811.800

Los compresores de la Alternativa Base son dos compresores marca KAESER CSD 122, que fueran adquiridos en los años 2003 y 2004 respectivamente.

Las características de estos compresores son:

Marca: KAESER

Modelo: CSD 122

Potencia: 75 Kw

Presión de Trabajo: 10 Bar

Caudal nominal (a 10 Bar): 10,05 m³/min.

Hs de Operación Promedio por mes: 550 hs (en promedio estos compresores trabajan 22 hs por día, y 25 días al mes).

Asimismo, estos compresores no regulan velocidad, y solo pueden estar funcionando bajo carga a plena potencia, o cuando se alcanza la presión máxima de trabajo, entonces el compresor pasa a trabajar en vacío, con un consumo elevado de potencia improductiva.

De mediciones efectuadas en la planta industrial, se ha verificado que cuando los compresores están en vacío, consumen aproximadamente entre un 25% y un 30% de la potencia nominal. Y se ha medido que el tiempo que los compresores trabajan en vacío es entre el 15% y el 40% del tiempo total, dependiendo de las condiciones de la demanda de aire. A los efectos de nuestros cálculos nos parece correcto estimar que los compresores, en las condiciones actuales de operación, consumen un 28% de la potencia nominal cuando está trabajando en vacío, y que en promedio trabajan en vacío un 25% del tiempo total de la operación.

Finalmente observamos que por efecto del uso prolongado los compresores solo alcanzan un rendimiento del 85% del rendimiento nominal.

El primer paso en la memoria será calcular la cantidad de aire normalizado equivalente que genera el sistema con los dos compresores actuales y funcionando con los parámetros que se pudieron medir en la práctica.

Cada compresor funciona en promedio 22 horas diarias, durante 25 días al mes y los 12 meses del año. Con estas consideraciones, el total de horas de trabajo de los 2 compresores a lo largo de un año es de:

$2 \text{ compresores} \times 22 \text{ horas/día} \times 25 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 13.200 \text{ horas/año.}$ (cada compresor trabaja 6.600 horas por año).

Asimismo, de este total de horas, hay en promedio un 75% del tiempo que los compresores trabajan a plena carga generando caudal de aire máximo, y un 25% del tiempo que funcionan en vacío, no generando ningún caudal de aire y consumiendo un 28% de la potencia máxima.

Con estos datos, el segundo paso es calcular el aire producido y la energía consumida por los dos compresores durante el año:

- Mientras están trabajando a plena carga generará los siguientes m³ de aire normalizado:

75% del tiempo x 13.200 horas/año x 10,05 m³/min x 60 min/hora x 85% eficiencia = 5.074.245 m³/año de aire.

Y consumirán en energía:

75% del tiempo x 13.200 horas x 75kw = 742.500 kwh.

- Mientras están trabajando en vacío , no generan caudal de aire y consumen la siguiente cantidad de energía:

25% del tiempo x 13.200 horas x 28% de consumo en vacío x 75kw = 69.300 kwh.

En resumen:

En las condiciones actuales, ambos compresores consumen 811.800 kwh de energía al año (742.500 + 69.300 kwh), y generan 5.074.245 m³ equivalentes de aire normalizado.

- **Alternativa A:**

Alternativa A: Dos compresores nuevos CSD 125 de velocidad fija**Compresor N° 1**

Marca KAESER CSD 125	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	12,05
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia que toma operando en vacío: (% del nominal)	28%
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total) S/calculo	
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	100%

Compresor N° 2

Marca KAESER CSD 125	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	12,05
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia que toma operando en vacío: (% del nominal)	28%
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total) S/calculo	
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	100%

Cálculo del Volumen de Aire Generado Anualmente y Energía Consumida:

Horas totales de funcionamiento de cada compresor:	6600
Horas de funcionamiento con carga: según cálculo	3509
Horas de funcionamiento en vacío: según calculo	3091
Volumen de aire generado en el año por cada compresor (m3)	2.537.123
Volumen total de aire generado en el año (m3)	5.074.245
Energía total consumida funcionando con carga:	526.374
Energía total consumida funcionando en vacío:	129.815
Energía Total consumida por año (kwh):	656.189

Ahorro de energía anual del proyecto - Alternativa A: (Kwh)	155.611
--	----------------

- **Alternativa B:**

Alternativa B: Dos compresores nuevos CSD 125, 1 de velocidad fija y 1 de velocidad variable.**Compresor N° 1**

Marca KAESER CSD 125	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	12,05
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia que toma operando en vacío: (% del nominal)	28%
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total)	0%
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	100%

Compresor N° 2

Marca KAESER CSD 125 SFC	
Potencia Nominal (Kwh)	75
Presión de Trabajo: 10 Bar	
Caudal a presión de trabajo: (m3/min)	13,15
Hs de Operación Promedio por mes:	550
Potencia promedio que tomar para completar el caudal:	s/cálculo
Tiempo que opera en vacío: (% del tiempo total)	0%
Eficiencia por efecto del uso: (% del nominal)	100%

Cálculo del Volumen de Aire Generado Anualmente y Energía Consumida:

Horas totales de funcionamiento de cada compresor:	6600
Tiempo estimado de operación del compresor vel fija:	75%
Horas totales de funcionamiento de compresor vel fija:	4950
Volumen de aire generado en el año por comp vel fija (m3)	3.578.850
Volumen total de aire necesario (m3)	5.074.245
Volumen de Aire a generar x comp velocidad variable:	1.495.395

Horas totales de funcionamiento de compresor vel variable:	6600
Caudal promedio necesario del compresor de vel variable:	3,78
Potencia que promedio necesaria del compresor de vel var:	21,54
Energía total consumida x compresor vel fija:	371.250
Energía total consumida x compresor vel variable:	142.148
Energía Total consumida por año:	513.398

Ahorro de energía anual del proyecto - Alternativa B: (Kwh)

298.402

Los compresores de la Alternativa B son dos compresores marca KAESER de última generación, uno de ellos modelo CSD 125, de velocidad fija. El segundo compresor será un KAESER modelo CSD 125 SFC con velocidad variable por medio de variación de frecuencia.

Las características de estos compresores son:

El primero de ellos es:

Marca: KAESER

Modelo: CSD 125

Potencia: 75 Kw

Presión de Trabajo: 10 Bar

Caudal nominal (a 10 Bar): 12,05 m³/min.

El segundo de ellos es:

Marca: KAESER

Modelo: CSD 125 SFC (de velocidad variable)

Potencia: entre 20,2 Kw y 75 Kw según velocidad de operación.

Presión de Trabajo: 10 Bar

Caudal nominal (a 10 Bar): entre 2,00 m³/min y 13,15 m³/min según velocidad de operación.

Asimismo, estos dos compresores serán controlados por una unidad de control central marca KAESER, modelo SAM-4. Con esta unidad de control, el sistema trabajará con el compresor de velocidad variable trabajando en base y modulando según la demanda de caudal de aire, y el compresor de velocidad fija en funcionamiento a plena carga cuando la demanda de aire así lo requiera, pero con inexistencia de tiempos de operación en vacío.

A continuación, en la página siguiente se presentará un cuadro que contiene las características principales de los bienes a adquirir, país de origen, nombre del proveedor y costo total de cada bien.

Para calcular lo que consumirán los compresores nuevos de la Alternativa B, vamos a considerar los siguientes supuestos:

- o La cantidad de aire normalizado que necesita el sistema es la misma que generan los compresores con la modalidad de funcionamiento actual.

- o El compresor de velocidad fija funciona el 75% del tiempo total a plena carga y no tiene funcionamiento en vacío.

- o El compresor de velocidad variable funciona el 100% del tiempo, pero modula la velocidad consumiendo solo la potencia proporcional necesaria para abastecer el caudal de aire que el sistema requiere.

- El cálculo de la producción y consumo del compresor de velocidad fija será:

- Producción:

- 6.600 horas x 75% del tiempo x 12,05 m³/min x 60 min/hora = 3.578.850 m³/año.

- Consumo:

- 6.600 horas x 75% del tiempo x 75kw = 371.250 kwh.

- Todo el aire restante deberá ser producido por el compresor de velocidad variable que modulará la velocidad trabajando el 100% de la horas, o sea deberá producir (5.074.245 – 3.578.850 m³). O sea 1.495.395 m³, en un periodo de 6.600 horas. O sea que deberá producir en promedio 226,58 m³ por hora o un caudal promedio de 3,78 m³/minuto.

Estimamos que para ese caudal medio el compresor variable consumirá una potencia promedio de 21,54 Kw, con lo cual el consumo del compresor de velocidad variable será:

21,54 kw x 6.600 horas = 142.148 kwh.

Si sumamos producciones y consumos de los dos compresores, en resumen será:

Producción: 5.074.245 m³/año (3.578.850 + 1.495.395 m³/año)

Consumo: 513.398 kwh/año (371.250 + 142.148 kwh)

4.3. Análisis económico de las alternativas propuestas

El resultado de los cálculos de eficiencia, ahorro y retorno de las dos alternativas puede resumirse en el siguiente cuadro:

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

4.4. Conclusiones del estudio económico de ambas alternativas

En conclusión se observa que mientras que ambos proyectos bajo análisis son viables y rentables a una tasa de corte de análisis de la inversión del 13% anual, el segundo a pesar de tener una mayor inversión tiene una tasa interna de retorno (TIR) un poco mas elevada que en el primer caso (20,83% versus 12,40%), y un período de recupero a la tasa del 13% de 11 años para el primer caso y de 7 años en el segundo caso.

Por consiguiente resulta que si bien ambas opciones son buenas, la segunda (Alternativa B), supera con creces a la primera opción (Alternativa A).

Por lo tanto la solución elegida y propuesta es la **ALTERNATIVA B**.

4.5. Justificación económico-financiero

En pesos:

Ahorro de energía previsto será: 811.800 kwh menos 513.398 = 298.402 kwh/año.

Costo monómico de Energía: \$ 1,3645 /kwh.

Ahorro económico por año: \$1,3645 /kwh x 298.402 kwh/año = 407.170 \$/año

VALOR PRESENTE DE AHORROS OBTENIDOS (CEAT)

CEAT = Sumatoria para n de 1 a 10 de $(407.170) / [(1+0,13)^n]$

CEAT a 10 años y 13% TEA= \$2.209.402

INVERSION: \$ 1.660.085

Coeficiente INV/CEAT = 0,7514 Se verifica menor que 1.

VAN (a tasa de descuento del 13%) = \$549.318

TIR = 20,83%

Período de recupero (a tasa del 13%) = 7 años

**Los montos en pesos (\$) están cotizados en el mes de Junio del año 2016 (tipo de cambio de referencia BCRA al 26/6/2016: 1USD=15,10\$)*

5. CONCLUSIÓN

Mediante el presente proyecto la empresa realizará una inversión en nuevas tecnologías de compresores que le permitirá un importante ahorro económico en su consumo energético.

Del estudio económico-financiero se verifica que la inversión resulta totalmente rentable, teniendo un retorno inferior a los 10 años.

Adicionalmente mediante esta inversión la empresa contribuye mediante un mejor uso de la energía eléctrica (mayor eficiencia), a una reducción del impacto ambiental debido a una menor generación de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Detalle de la información técnica complementaria presentada

- Brusori, Michele. 2017. Kaeser 4.0 technology for compressed air control. <http://www.ceramicworldweb.it/cww-en/spotlight/kaeser-40-technology-for-compressed-air-control/> Página vigente al 07/10/2018
- Cómo funciona un compresor de tornillo lubricado. <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/como-functiona-compresor-tornillo-lubricado> Página vigente al 07/10/2018
- Compresores de tornillo de velocidad fija y de velocidad variable. <https://sistemasdeairecomprimido.wordpress.com/2014/02/04/compresores-de-tornillo-de-velocidad-fija-y-velocidad-variable/>. Página vigente al 07/10/2018
- Compresores neumáticos. <http://berenicepotrero.blogspot.com/2015/05/compresoresneumaticos-objetivo-queel.html> . Página vigente al 07/10/2018
- <http://ar.kaeser.com/>. Página vigente al 07/10/2018
- http://intairmedia.fr/sites/default/files/fake_IMG_8279.JPG
- Informe de diagnóstico de eficiencia energética provisto por la consultora ABAMPERE.
- Informes y planillas elaborados por la empresa “Salvador Marinaro e hijo SRL”.
- Presupuesto e informes de bienes elaborados por la empresa “Kaeser”.

ANEXOS

ANEXO A

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA DONDE SE REALIZÓ EL PROYECTO

“SALVADOR MARINARO E HIJO SRL”



a) Historia

El 23 de octubre de 1953 puede considerarse el nacimiento de la empresa “Salvador Marinaro e hijo “ localizada en la capital de la provincia de Salta-Argentina, siendo sus fundadores los Sres. Salvador Marinaro y Felipe Marinaro, su hijo. En 1956 se compró un terreno en calle Lerma 469 en el que se comenzó a edificar una nueva fábrica de soda siendo inaugurada en octubre de 1959.

Tras la incorporación como socio del Sr. Felipe Marinaro se dio un rápido y sostenido crecimiento en la empresa. Se fueron sumando vehículos, clientes, zonas de reparto, y así creció el prestigio de la empresa y de sus productos.

En 1968 la empresa se convirtió en socio de IVESS, el instituto verificador de elaboración de soda de sifones, con sede en capital federal. IVESS es una prestigiosa entidad civil que se creó para asegurar la higiene y la calidad en la elaboración de soda. Solo pueden asociarse aquellas empresas que cumplen estrictamente con normas de elaboración establecidas por IVESS, cumpliendo con los controles de continuas auditorias técnico sanitarias que se efectúan en las plantas asociadas.

Tras el fallecimiento del Sr. Salvador Marinaro, su hijo Felipe prosiguió con la conducción de la empresa, trazando nuevas estrategias, aceptando nuevos desafíos e invirtiendo en la estructura de la organización. Al incrementarse la demanda la fábrica de la calle Lerma resultó insuficiente, por lo que se decidió construir una nueva planta. En 1986 se adquirió un

inmueble en calle Jujuy 945 que anteriormente pertenecía a la embotelladora Crush y de inmediato se comenzaron las obras de refacción.

En 1989 se finalizaron las obras y la empresa se trasladó íntegramente para comenzar a envasar allí sus productos, orgullosa de esta planta modelo en el país.

Esta política de inversión se tradujo en crecimiento, creándose más puestos de trabajo, posibilitando el lanzamiento de otros productos y la expansión a nuevos mercados. En 1991 la empresa se propuso captar una porción del mercado de las gaseosas y decidió elaborarlas con su marca en diferentes presentaciones y sabores.

A esto le siguió el desarrollo de la Soda Limonada Marinaro, cuyo éxito superó todas las expectativas previstas. Su sabor y características entre una soda y una gaseosa la convertían en única en el país.

En 2002 se produjo un nuevo hito con el lanzamiento de la línea de gaseosas Marinaro ICE que rápidamente conquistó el mercado del norte argentino.

Marinaro además comercializa con gran éxito las Aguas Saborizadas IVESS Cormillot, que permiten seguir una dieta balanceada fortaleciendo nuestra salud y cuidando la estética de nuestro cuerpo.

Como fue desde el comienzo, Marinaro puede traducir sus más de 60 años de vida en experiencia, calidad y trabajo constante por innovar en sus productos.

b) Visión empresarial

Es una empresa familiar, dedicada a la fabricación de soda, agua mineral y bebidas gaseosas con un fuerte compromiso hacia la salud y el bienestar de la comunidad.

La visión es ser los mejores en satisfacer con eficiencia las necesidades y expectativas de nuestros clientes, proporcionándoles una amplia variedad de productos y servicios. Es una empresa local orgullosa de generar puestos de trabajo en la fabricación de productos con alto valor agregado.

c) Compromiso de calidad

Marinaro como empresa líder asumió el compromiso de fabricar sus productos con los más altos estándares de calidad adaptándose a las normas internacionales más exigentes

- Políticas de calidad Normas ISO:

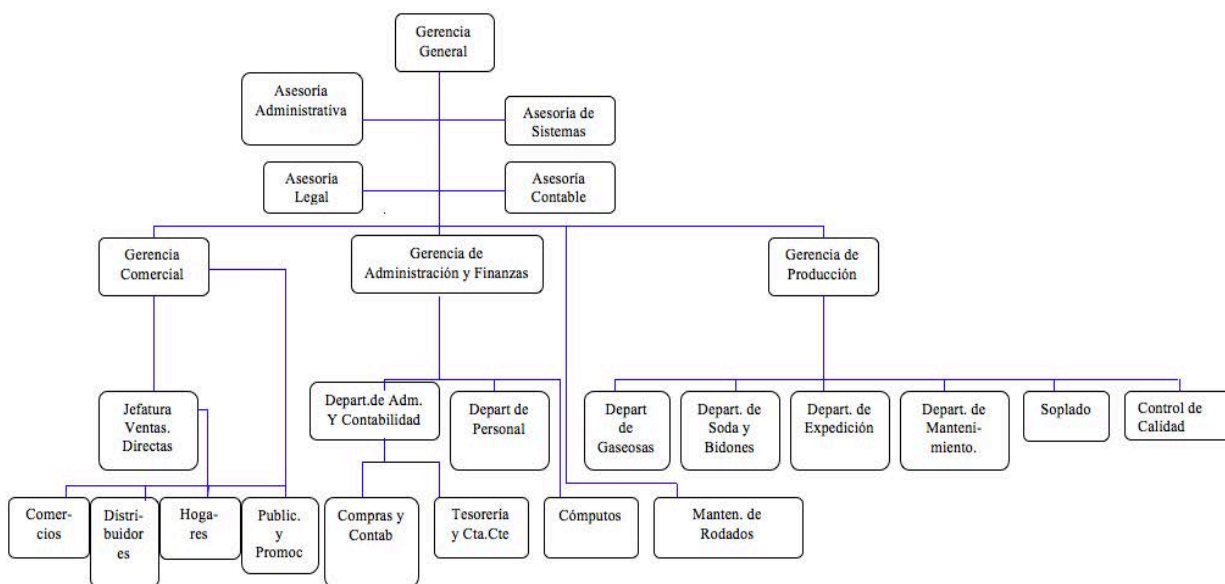
Normas ISO 9001/2000: Después de un proceso de arduo trabajo de más de un año de duración y de un esfuerzo integral de todos los que conforman Salvador Marinaro e hijo SRL, en

octubre de 2004 la empresa obtuvo la certificación de un sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001/2000 que le otorgara el IRAM e IQ NET. Esto le permite a la empresa asegurarles a los clientes la mejor calidad de todos los productos de la empresa.

- Medio ambiente:

La empresa pone especial énfasis en el cuidado del medio ambiente porque entiende que “solo cuidando la ecología, la empresa proporcionara el mejor entorno para su éxito”. Por ello participa en crear conciencia ecológica en la propia empresa y en la sociedad en general. Pone especial cuidado en el manejo de desechos industriales y otras materias que mediante su mal manejo pudieran afectar al ecosistema. Apoya e impulsa campañas de concientización entre las instituciones educativas principalmente, haciendo referencia al reciclado de envases PET. El PET no solo es el más liviano, seguro, practico y económico para el consumidor, sino que además es el más amigable con el medio ambiente por su alta reciclabilidad.

d) Estructura de la Empresa-Organigrama



e) Productos

La empresa posee dos unidades de negocio de características diferentes, la primera de ellas esta destinada a la elaboración, envasado y distribución de Agua Mineral Natural, y Soda de Mesa, bajo normas IVESS. En esta unidad de negocio se utilizan envases retornables, tanto en la soda donde se utilizan sifones de material PET, como en el agua mineral donde se utilizan bidones de polycarbonato de 12 y 20 litros de capacidad. También para poder atender adecuadamente este negocio, la empresa cuenta con un plantel importante de dispensers eléctricos frio-calor que le permiten al cliente disponer en forma instantánea de agua fría o caliente con total confort. Una característica importante de esta unidad de negocios es que la distribución se realiza directamente por la empresa hasta el domicilio de los clientes, sin pasar por intermediarios. Para estos efectos la empresa cuenta en la actualidad con 43 camiones de reparto afectados a esta unidad de negocio que cubren las necesidades de todos los clientes en las provincias de Salta y Jujuy que solicitan y consumen los productos bajo normas IVESS.

La segunda unidad de negocio, es un poco mas grande en términos de producción y venta que la anterior, y está formada por la elaboración de aguas y gaseosas con marca propia, en envases de PET descartables, con capacidades que abarcan: medio litro, un litro y medio, dos litros y cuarto, y tres litros. En estos productos existen dos líneas diferentes según su composición, la primera es una línea de gaseosas mas económicas, que se elaboran con marca “Marinero ICE”, y una segunda línea de gaseosas azucaradas plenas que se comercializan con marca “Premium Marinero”. Los productos de esta unidad de negocios se comercializan por canales de consumo masivo por tratarse de productos con envases descartables, existiendo a los efectos comerciales una red de distribución compuesta por Distribuidores exclusivos y Mayoristas ubicados en las principales ciudades de las provincias del NOA. Para atender la comercialización de estos productos en la ciudad de Salta capital, la empresa cuenta asimismo con una estructura comercial propia compuesta por preventistas y repartidores con las capacidades y habilidades necesarias para estas tareas.

En lo que respecta a su proceso industrial, la empresa elabora todos sus productos en una única planta industrial de mas de 9.000 m² de superficie cubierta, localizada en la ciudad de Salta capital, en la Av. Jujuy N° 945. La planta cuenta con tres líneas de producción de Agua y Soda destinadas a la producción de los productos bajo normas IVESS, y cuatro líneas de producción de gaseosas en botellas descartable de PET. Asimismo la planta cuenta con líneas de soplado de botellas PET, donde se producen en forma interna todas las botellas y bidones descartables que requiere el proceso de elaboración. Finalmente la planta posee toda la infraestructura necesaria para abastecer de servicios las siete líneas de producción y las líneas de soplado, destacándose dos pozos profundos de agua propios, plantas de tratamiento, filtrado y purificación de agua, salas de elaboración de jarabes, planta de compresores de aire de baja y alta presión, planta de enfriadores de agua, planta de equipos de frio con amoníaco, planta de almacenamiento y dosificación de gases CO₂ y nitrógeno, lavaderos de camiones, taller de camiones, taller mecánico de fabrica, taller de dispensers y heladeras, taller de armado de sifones, depósitos de materias primas, cámara frigorífica para almacenamiento de jugo concentrado, almacén de productos terminados, caldera de vapor, lavadora de botellas de vidrio, etc.

Presentaciones (tipo de botella, cantidad de litros, sabores)

- SODA:
 - o En sifón de vidrio retornable: ½ lt y 1 lt.
 - o En sifón de plástico retornable: ½ lt y 1 ½ lt
 - o En sifón de plástico no retornable: 2 lts
 - o En botella de plástico no retornable: ½ lt y 1 ½ lt.
- AGUA MINERAL:
 - o Botella plástica no retornable: ½ lt, 1 ½ lt y 2 ¼ lts.
 - o Bidones retornables plásticos: 12 lts y 20 lts.
 - o Bidones no retornables plásticos: 6 lts y 8 lts.
- GASEOSAS: sabores
 - o ½ lt (PET): Granadina, cola, manzana, limonada, pomelo, lima limón, naranja, pera y uva.
 - o 1 lt (Vidrio): Granadina y Limonada.
 - o 2 ¼ lt (PET): Granadina, cola, manzana, limonada, pomelo, lima limón, naranja, pera, uva y papaya.
 - o 3 lts (PET): Granadina, cola, manzana, limonada, pomelo, naranja, pera y uva.

Lista de ingredientes y demás insumos para el proceso de elaboración de gaseosas

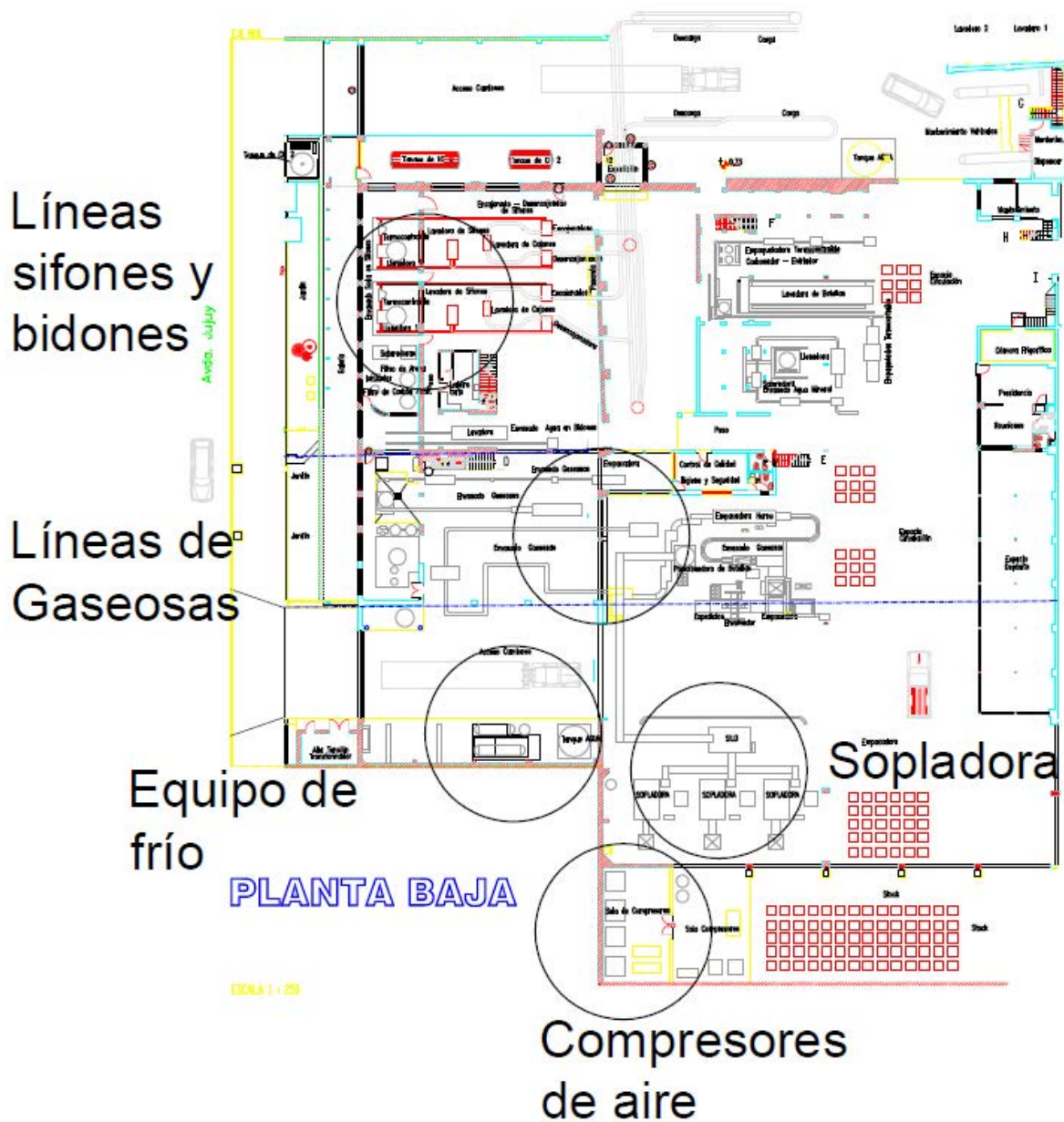
Ingredientes:

- o Azúcar
- o edulcorantes no nutritivos (sacarina, ciclamato de sodio, acesulfame K)
- o acidulantes (ácido cítrico, ácido Fosfórico, ácido Málico)
- o conservantes (benzoato de sodio, sorbato de potasio)
- o saborizantes (esencias/emulsiones de cola, naranja, granadina, pomelo, limón, lima, papaya, manzana, pera, uva)
- o citrato de sodio
- o colorantes varios
- o gas carbónico (anhídrido carbónico)

Otros insumos:

- o preformas de PET (para soplado de botellas)
- o tapas a rosca
- o etiquetas
- o plástico termo contraíble
- o film stretch
- o tintas y solventes (para codificadoras)
- o pallets de madera, planchas de cartón
- o lubricantes para cintas trasportadoras
- o productos químicos para el saneado interno del circuito de embotellado

A continuación mostramos el *Lay - Out* del lugar de implementación del proyecto. Los equipos del proyecto se ubicarán en el círculo marcado como “Compresores de Aire”.



ANEXO B

COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.- Costo de energía eléctrica: Salvador Marinaro compra la energía en el mercado eléctrico mayorista MEM, como gran usuario menor GUME. Esta modalidad de compra implica un costo de la energía que se compone de la siguiente manera:

1. **Costos mayoristas:** el costo mayorista está conformado por una serie de ítems que remunera los costos de los combustibles, operación y mantenimiento y rentabilidad de las centrales de generación, y en algunos casos la amortización de las inversiones en centrales, costos de alquiler de centrales y otros servicios como reservas, regulación de frecuencia, impuestos a los combustibles, fletes de combustibles, pérdidas en el sistema de alta tensión que no son función del flujo de potencia, impuestos nacionales y fondos de inversión. Todos estos cargos son liquidados por CAMMESA
2. **Costos de distribución y transporte:** corresponde a los costos de distribución de la red de la Empresa Distribuidora de Energía de Salta y del transporte aguas arriba de las empresas Transnoa y Transener. Estos cargos son facturados por la empresa distribuidora.

A.- Costos mayorista: el costo de la energía mayorista lo podemos dividir en dos partes. Por un lado tenemos un costo para la demanda base y por otro lado el costo para la demanda excedente.

Se denomina demanda base a la demanda en kW promedio de 15 minutos por tipo de día y banda horaria registrada en el año 2005. Esto quiere decir que mes a mes tenemos un valor en kW de potencia media para días hábiles, sábados y domingos y en hs de pico, hs restantes y hs de valle, con lo cual tenemos 9 valores por mes.

	Demanda Base	Demanda Real
ene-15	279,52	172,80
feb-15	228,41	136,80
mar-15	237,78	160,80
abr-15	171,52	156,00
may-15	151,90	122,40
jun-15	173,37	144,00

Cuadro B1 – Demanda base y demanda real

Si la demanda media actual en kW por tipo de día y banda horaria está por debajo de la demanda base lo que se compra es demanda base, y si la demanda media es superior la diferencia se denomina demanda excedente. Cuando tenemos demanda excedente se pagan cargos adicionales o se puede comprar esa energía en el marco de la energía plus, reglamentado por la Res. S.E.1281/2006.

En el cuadro B1 tenemos la demanda base y la demanda real de los primeros 6 meses del año. Se observa que no tenemos demanda excedente, con lo cual se debe considerar el costo de la demanda base para la evaluación de proyectos energéticos

A.1.- Demanda base: la demanda base paga los siguientes costos variables mes a mes:

- Energía: valor 120 \$/MWh fijo
- Potencia: un valor de 12 \$/MWh pero solo en algunas hs denominadas horas de remuneración de potencia. Para un consumo uniforme este cargo resulta 7 \$/MWh aproximadamente.
- Sustentabilidad y garantía: un valor fijo de 15 \$/MWh que remunera una suma acumulada para garantía de pagos en el MEM.
- Sobrecosto transitorio de despacho: es un cargo que remunera los sobrecostos medios de generación por encima de los 120 \$/MWh. Este valor es variable a lo largo del año. En verano tenemos valores del orden de 100 \$/MWh y en invierno del orden de 400 \$/MWh. Este valor depende de la cantidad de combustible líquido utilizado en la generación (gas oil y fuel oil) con lo cual depende de la disponibilidad de gas natural y de la demanda. Cuando las temperaturas son muy bajas se suman ambos efectos y el valor crece. Es un ítem que depende del precio de los combustibles, los cuales son todos en u\$s y se ajusta siguiendo el tipo de cambio oficial.

A.2.- Otros cargos para toda la demanda: tenemos toda una serie de cargos que se aplican sobre la energía \$/MWh y sobre la potencia máxima promedio de 15 minutos (\$/MW) que se aplican sobre toda la demanda, es decir incluyen a la energía base y a la energía excedente.

- Energía adicional: es un cargo variable en \$/MWh del orden de 4 \$/MWh. Presenta ciertas variaciones pero no es un valor significativo. El cargo de energía adicional remunera las pérdidas de energía en el sistema de transporte que no son función de los flujos de potencia.
- Sobrecosto de combustible: es un cargo variable en \$/MWh del orden de 10 a 100 \$/MWh que remunera los impuestos internos a los combustibles utilizados en la generación.
- Adicional al sobrecosto transitorio de despacho: es un cargo variable en \$/MWh, entre 35 y 60 \$/MWh que remunera los costos adicionales como los fletes en los combustibles líquidos utilizados en la generación.
- Fondo de inversiones del MEM: es un valor fijo en 3.6 \$/MWh que conforma un aporte para el fondo fiduciario de las centrales térmicas Gral San Martín y Manuel Belgrano.

	Demanda	Energia Total	Energia Unitario	Energia Adicional	Energia Adicional	Demanda Maxima	Cargo Potencia	Cargo Pot. Unitario
	MWh	\$/mes	\$/MWh	\$/mes	\$/MWh	MW	\$/mes	\$/MW
ene-15	172,80	20646,00	119,48	708,00	4,10	0,60	3310,00	5516,67
feb-15	136,80	16416,00	120,00	510,00	3,73	0,53	2487,00	4710,23
mar-15	160,80	18816,00	117,01	499,00	3,10	0,58	2948,00	5118,06
abr-15	156,00	17424,00	111,69	464,00	2,97	0,60	2857,00	4761,67
may-15	122,40	13860,00	113,24	290,00	2,37	0,36	1810,00	5027,78
jun-15	144,00	16774,00	116,49	450,00	3,13	0,60	2965,00	4941,67

	Ser.Admin	Ser.Admin	Sobrecosto. T.Despacho	Sobrecosto. T.Despacho	Sobrecosto Combustible	Sobrecosto Combustible	Fondo Inv. MEM	Fondo Inv. MEM
	\$/mes	S/MW	\$/mes	\$/MWh	\$/mes	\$/MWh	\$/mes	\$/MWh
ene-15	120,00	200,00	30748,00	177,94	893,00	5,17	622,00	3,60
feb-15	106,00	200,76	29617,00	216,50	691,00	5,05	492,00	3,60
mar-15	115,00	199,65	35207,00	218,95	807,00	5,02	579,00	3,60
abr-15	120,00	200,00	26061,00	167,06	1672,00	10,72	562,00	3,60
may-15	72,00	200,00	34184,00	279,28	4504,00	36,80	441,00	3,60
jun-15	120,00	200,00	60852,00	422,58	14953,00	103,84	518,00	3,60

	Adic.S. T.Despacho	Adic.S. T.Despacho	Cargo. Dem Excedente	Sustentabilidad Garantía	Sustentabilidad Garantía	Total Costo Mayorista
	\$/mes	\$/MWh	\$/mes	\$/mes	\$/MWh	\$/mes
ene-15	9150,00	52,95		2592,00	15,00	68789,00
feb-15	7229,00	52,84		2052,00	15,00	59600,00
mar-15	8707,00	54,15		2412,00	15,00	70090,00
abr-15	7441,00	47,70		2340,00	15,00	58941,00
may-15	7425,00	60,66	322,00	1836,00	15,00	64744,00
jun-15	5491,00	38,13	64,00	2160,00	15,00	104347,00

Cuadro B2 – Costos de energía mayorista

A.3.- Costos de Distribución: en los costos de distribución tenemos los siguientes ítems:

- Cargo fijo de distribución proporcional a la potencia máxima de 9600 \$/MW.
- Cargo fijo por la potencia en hs de punta de 13.420 \$/MW
- Cargo variable por el consumo de energía de 105.4\$/MW.

	Energia Unitario	Energia Adicional	Sobrecosto. T.Despacho	Sobrecosto Combustible	Fondo Inv. MEM	Adic.S. T.Despacho	Sustentabilidad Garantía	Subtotal CAMMESA	EDESA Distribucion	Total C.Variable
	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh
ene-15	119,48	4,10	177,94	5,17	3,60	52,95	15,00	378,23	105,4	483,63
feb-15	120,00	3,73	216,50	5,05	3,60	52,84	15,00	416,72	105,4	522,12
mar-15	117,01	3,10	218,95	5,02	3,60	54,15	15,00	416,83	105,4	522,23
abr-15	111,69	2,97	167,06	10,72	3,60	47,70	15,00	358,74	105,4	464,14
may-15	113,24	2,37	279,28	36,80	3,60	60,66	15,00	510,95	105,4	616,35
jun-15	116,49	3,13	422,58	103,84	3,60	38,13	15,00	702,76	105,4	808,16

	Cargo Pot. Unitario \$/MW	Ser.Admin \$/MW	Subtotal CAMMESA \$/MW	EDESA Pot.Max \$/MW	Total Pot.Punta \$/MW	Total C.Fijo \$/MW
ene-15	5.516,67	200,00	5.716,67	9.600,00	13.420,00	28.736,67
feb-15	4.710,23	200,76	4.910,98	9.600,00	13.420,00	27.930,98
mar-15	5.118,06	199,65	5.317,71	9.600,00	13.420,00	28.337,71
abr-15	4.761,67	200,00	4.961,67	9.600,00	13.420,00	27.981,67
may-15	5.027,78	200,00	5.227,78	9.600,00	13.420,00	28.247,78
jun-15	4.941,67	200,00	5.141,67	9.600,00	13.420,00	28.161,67

Potencia Maxima		0,6 MW				
	Cargo Variable \$/mes	Cargo Fijo \$/mes	Total \$/mes	Total \$/MWh	\$/u\$s	u\$s/MWh
ene-15	17.242,00	83.572,12	100.814,12	583,42	8,55	68,28
feb-15	16.758,59	71.425,72	88.184,31	644,62	8,63	74,70
mar-15	17.002,63	83.975,32	100.977,95	627,97	8,72	72,02
abr-15	16.789,00	72.406,40	89.195,40	571,77	8,81	64,90
may-15	16.948,67	75.440,96	92.389,63	754,82	8,90	84,86
jun-15	16.897,00	116.375,60	133.272,60	925,50	8,99	102,95
				Promedio	u\$s/MWh	77,95
				Maximo	u\$s/MWh	102,95
				Minimo	u\$s/MWh	64,90

Cuadro B3 – Desglose costos totales de energía en planta (año 2015)

En el cuadro B3 tenemos un detalle de todos los costos variables en \$/MWh que son proporcionales a la demanda de energía. Este subtotal varía entre 400 y 800 \$/MWh y dentro del mismo tiene un peso importante el sobre costo transitorio de despacho.

Luego tenemos agrupados todos los cargos que proporcionales a la demanda de potencia que arroja un subtotal de 28.000 \$/MW es uniforme en el tiempo.

El costo unitario o monómico que engloba los conceptos de cargos por potencia y cargos por energía arroja un valor para la energía puesto en planta entre 600 y 900 \$/MWh.

Considerando el tipo de cambio, el costo de la energía varía entre 64.9 y 102.9 u\$s/MWh con un promedio real de 77.95 u\$s/MWh.

ANEXO C

PRESUPUESTO PROVISTO POR LA EMPRESA KAESER

 OFERTA						
OFERTA ECONOMICA						
Pos.	Denominación	Material	Cantidad	UM	Precio USD	Total USD
10	CSD 125 12,0bar 400/50 EU	101317.1	1,000	PZA	38.700,00	38.700,00
	País de instalación	Argentina				
	Tipo	CSD 125				
	Conexión eléctrica	400V / 3 / 50Hz				
	Presión de servicio máx.	12,0 bar				
	Versión sistema de control	Sigma Control 2				
20	Serie de tipo CSD.4	CSD.4	1,000	PZA	62.500,00	62.500,00
	País de instalación	Argentina				
	Tipo	CSD 125 SFC				
	Conexión eléctrica	400V / 3 / 50Hz				
	Presión de servicio máx.	12,0 bar				
	Versión sistema de control	Sigma Control 2				
30	SAM 4.0-4 16bar 100-240V AC EU	7.9685.00030	1,000	PZA	7.000,00	7.000,00
	País de instalación	Argentina				
	Tipo	SAM 4.0-4				
	Conexión eléctrica	100-240V / 1 / 50/60Hz				
	Transformador	Instalado internamente				
	Puertos SIGMA NETWORK	RJ45				
	Puertos RJ45: SIGMA NETWORK	7				
	Puertos FOC: SIGMA NETWORK	0				
	Transductor de presión	0 - 16 bar / 232 psi				
	Nº de transductores de presión	1				
	Master PROFIBUS	No				
	Módulo de comunicación	No				
40	Conexión de Profibus para el SAM	7.4664.20010	1,000	PZA		



OFERTA

OFERTA ECONOMICA

Pos.	Denominación	Material	Cantidad	UM	Precio USD	Total USD
50	Juego conexiones de profibus SC1	7.5250.00300	2,000	JUE		
60	Cable p. Profibus 1x2x0,64/2,55	7.4666.0	50,000	M		
70	Cable ConKab-168 2x0.75mm²	7.2679.0	30,000	M		
80	Juego de rearme Ethernet, SC2	7.5250.01870	2,000	JUE		
90	Enchufe de conexión Ethernet RJ45	7.7628.1	2,000	PZA		
100	SIGMA NETWORK Cable CAT5 2x2x0,64 gr	7.9679.0	50,000	M		
PRECIO TOTAL						108.200,00

ANEXO D

IMÁGENES DE LOS COMPRESORES A REEMPLAZAR Y DE LOS BIENES A ADQUIRIR

Imágenes de los compresores KAESER CSD 122 a reemplazar







Imágenes de los bienes a adquirir

Compresor KAESER CSD 125 de velocidad fija



Compresor KAESER CSD 125 SFC de velocidad variable







Controlador maestro SIGMA AIR MANAGER 4.0



Controlador maestro SIGMA CONTROL 2

