



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE LA TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**  
**INGENIERÍA MECÁNICA**

## **TITULO**

Auditoria energética nivel II en el área de taller de la empresa  
Compañía Cervecera de Nicaragua (CCN) Managua, Nicaragua 2020.

## **AUTORES**

Br. Cristhian Geovanny Silva Soza  
Br. Cindy Gabriela Gutiérrez Rodríguez  
Br. Paulo Alexander Mairena Moncada

## **TUTOR**

Ing. Donal Pérez Palma

**Managua, 3 de Noviembre 2021**



## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida y darnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

De igual manera a nuestras madres por habernos apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor. A nuestros padres por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que han infundado siempre; por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Nacional de Ingeniería por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ingeniero Donald Palma tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, su rectitud como docente y por su valioso aporte para nuestra investigación.

## **Resumen del tema**

El presente trabajo monográfico se trata del análisis de eficiencia energética en las instalaciones del edificio Administración De Flota (ADF) en CCN, el cual se dedica al mantenimiento de todo equipo rodante de la compañía, donde se evaluarán diferentes equipos, con el objetivo de abordar medidas de eficiencia energética, a la vez disminuir sus consumos energético.

La auditoría comprende equipos del área operativa, iluminación, sistema de aire comprimido, soldadura, climatización y equipos de ofimática.

De la mano con las mediciones realizadas en el edificio se encontró que iluminación consume el 29% de la energía total del edificio, soldadura el 24%, el sistema de aire comprimido 17%, ofimática 14%, climatización 12% y finalmente el área operativa 4%.

En las principales opciones de mejora destacan el cambio de lamparas fluorescentes por tubos LED con una inversión total de \$903.8 y un ahorro de \$1996.85 proyectados anualmente. También se puede obtener ahorros al inspeccionar constantemente la tubería del sistema de aire comprimido, con una proyección de \$524.88 anuales. Por último se encuentra la opción de cambiar el compresor por uno más pequeño una vez que el compresor actual termine su vida útil, esto ahorrara \$427 anuales.

# Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN .....	3
1. OBJETIVOS.....	4
1.1 Objetivo General.....	4
1.2 Objetivos Específicos .....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Auditoria Energética .....	5
2.1.1 Tipos y alcances.....	5
2.2 Importancia y objetivos de una Auditoria energética.....	6
2.3 Corriente.....	6
2.4 Voltaje .....	7
2.5 Potencia Eléctrica en Corriente Alterna.....	7
2.5.1 Potencia activa o resistiva.....	8
2.5.2 Potencia reactiva o inductiva.....	8
2.5.3 Potencia aparente o total .....	9
2.5.4 Factor de potencia .....	9
2.6 Censo de carga .....	10
2.7 Factor de carga .....	11
2.8 Instrumentos para mediciones eléctricas.....	11
2.9 Análisis tarifario.....	14
2.10 Balance de carga .....	14

<b>2.11</b>	<b>Talleres Mecánicos .....</b>	<b>15</b>
2.11.1	Plataformas Hidráulicas .....	15
2.11.2	Desmontadoras y equilibradoras de llantas .....	16
2.11.3	Compresores de tornillo .....	16
2.11.4	Motores Eléctricos.....	17
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Planificación.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Trabajo preparatorio.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Revisión y análisis de datos.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Identificación de las medidas de ahorro energético y económico .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Revisión con el personal de la empresa.....</b>	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>Elaboración del documento final.....</b>	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1</b>	<b>Condiciones meteorológicas.....</b>	<b>25</b>
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1</b>	<b>Sistema de climatización .....</b>	<b>30</b>
<b>6.2</b>	<b>Sistema de generación de aire comprimido .....</b>	<b>32</b>
<b>6.3</b>	<b>Motores y equipos de área operativa .....</b>	<b>37</b>
6.3.1	Elevadores en el área operativa .....	37
6.3.2	Sistema de apertura y cierre de las cortinas metálicas en el área operativa .....	40
6.3.3	Desmontadora de llantas .....	40
6.3.4	Balancadora de llantas .....	41
6.3.5	Marcadora de llantas .....	43

<b>6.4</b>	<b>Área de soldadura</b> .....	<b>45</b>
<b>6.5</b>	<b>Equipos ofimática</b> .....	<b>54</b>
<b>6.6</b>	<b>Iluminación</b> .....	<b>56</b>
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b> .....	<b>59</b>
<b>7.1</b>	<b>Climatización</b> .....	<b>61</b>
<b>7.2</b>	<b>Motores y equipos de área operativa</b> .....	<b>64</b>
<b>7.3</b>	<b>Sistema de aire comprimido</b> .....	<b>65</b>
7.3.1	Análisis de mediciones realizadas con equipo analizador de redes FLUKE 438-II.....	66
7.3.2	Análisis energético Optima-Kaeser .....	68
<b>7.4</b>	<b>Iluminación</b> .....	<b>73</b>
<b>7.5</b>	<b>Área de soldadura</b> .....	<b>76</b>
<b>7.6</b>	<b>Estimación del consumo de energía eléctrica</b> .....	<b>78</b>
<b>7.7</b>	<b>Opciones de mejora</b> .....	<b>79</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>84</b>
<b>9.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>85</b>
<b>10.</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	<b>86</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>87</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>1</b>

## **Introducción**

La Compañía Cervecera de Nicaragua (CCN) fue fundada en 1926 por un grupo de inversionistas nicaragüenses. Ubicada en Managua, la capital de Nicaragua y ha producido cerveza de alta calidad por más de 95 años. En 1996, Se fusionó con Industrial Cervecera, S.A. (ICSA) para formar la cervecería más grande de Nicaragua.

Es una de las cervecerías tecnológicamente más avanzadas y modernas de Latinoamérica, Recientemente inauguraron Instalaciones, con el objetivo de suministrar mantenimientos preventivos y correctivos para su flota vehicular.

En el presente trabajo se detallan los estudios a realizarse en el Área de Mantenimiento de Flota Vehicular (ADF) de la compañía, Con el propósito de que la empresa pueda tener un panorama general de las medidas de eficiencia energética y de esta manera logren valorizar su sistema energético.

Se pretende realizar un informe detallado acerca del estado actual del consumo energético en equipos e instalaciones, permitiendo identificar cuáles son los puntos más vulnerables y en los cuales se está generando pérdidas, para los cuales se propondrán medidas que mejoren la eficiencia en el consumo, tomando en cuenta que no deberá ser afectado ningún indicador de rendimiento del taller tales como calidad y tiempo de mantenimiento, y de esta manera no intervenir en las operaciones del mismo, logrando así ahorros monetarios, mejora y rapidez en sus procesos.

Para la demostración de los puntos a los que hacemos mención, se tomarán mediciones directas y programadas, en tiempo real, horas pico de trabajo y en bajas horas de operación a fin de poder calcular todos estos factores energéticos que serán analizados y comparados con parámetros establecidos y con esto realizar propuestas de mejoras que lleven a Compañía al ahorro energético.



## Antecedentes

A lo largo de la historia de La Compañía Cervecera de Nicaragua desde su fundación en 1926, se ha tenido la necesidad de alto consumo energético, para mantener la alta calidad y estándares nacionales e internacionales que la caracterizan, se ha tenido que irrumpir en nuevos métodos de ingeniería que mejoren continuamente sus procesos y calidad.

Desde su unión con ICSA (Industrial Cervecera S.A) en el año 1999 la compañía tuvo que aumentar su producción y por ende sus instalaciones demandando con esto más energía eléctrica, para ello a lo largo de estos acontecimientos se han desarrollado diversos proyectos de ahorro eficiente energético.

Entre los proyectos más importantes y emblemáticos se encuentra la instalación de paneles fotovoltaicos, este proyecto fue llevado a cabo entre los años 2015 y 2017 que fueron instalados en todo el parqueo administrativo de la compañía y también en todo el Centro de distribución (CEDIS) pudiendo de esta manera solventar el consumo de energía en un 54%, generando así ahorros significativos. Asegurando de esta manera su estándar y calidad que los caracteriza.

A partir del año 2015 La Compañía Cervecera de Nicaragua ha optado por modernizar sus instalaciones instalando lámparas inteligentes, Lámparas LED, alarmas contra incendio, sistema de ventilación, que con esto han llevado a que la empresa sea cada vez más segura y eficiente en todos sus procesos.

Esta información ha sido obtenida a través de la página oficial de la Compañía Cervecera de Nicaragua.

## **Justificación**

Como una industria de gran alcance y gran capacidad, la Compañía Cervecera de Nicaragua para competir contra otras empresas debe contratar suministro eléctrico que le permita trabajar y producir toda una gama de productos para sus clientes.

El costo de la energía eléctrica no es un dato irrelevante y se le debe dar una gran importancia por el impacto que hace a la empresa por lo cual realizar una auditoria energética cada cierto tiempo es algo necesario para la industria, alertándolos de desperdicios energéticos que existan en el edificio. Por lo cual la cervecería desea tener propuestas de mejora en sus procesos y en el uso que le da a lo que utiliza para poder hacer sus productos, entre ellos la energía eléctrica.

En esta auditoria se pretende hacer diagnósticos a la maquinaria y equipos que permitirá evaluar el aprovechamiento de la energía dentro del área de administración de flota, además de encontrar fallas y puntos de exceso de consumo en equipos que trabajan de manera deficiente, y por último dejar un registro del consumo y distribución de la energía que inclusive será un respaldo para futuras auditorias.

Con la implementación de las propuestas que se harán al final de este trabajo se espera que la empresa tenga un ahorro en el área de taller e implemente de forma estratégica todas las medidas planteadas en el presente documento.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Realizar un análisis del uso de la energía en el área de Administración de Flota vehicular de la Compañía Cervecera de Nicaragua, con la finalidad de proponer opciones de mejora en el uso eficiente y eficaz de los recursos energéticos para reducir costos operativos de la empresa.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar documentación de los datos con respecto al suministro y la utilización de la energía para determinar la situación energética actual en los equipos e instalaciones del taller de flota vehicular.
- Efectuar mediciones puntuales y registros de los principales parámetros eléctricos de los equipos utilizados.
- Analizar el consumo y demanda de energía eléctrica de los equipos y maquinarias utilizados en el área de administración de flota.
- Plantear propuestas que permitan la optimización energética en la empresa y obtener una mayor eficiencia de los equipamientos e instalaciones.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Auditoría Energética**

La auditoría energética es un instrumento fundamental para el inicio de la gestión y el ahorro energético, El alcance de las auditorías energéticas ha de adaptarse a las distintas necesidades y no es único. (Olivera, 2017)

#### **2.1.1 Tipos y alcances**

La asociación de Ingenieros en calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE), asociación muy reconocida, en Estados Unidos ha definido tres niveles principales de auditoría energética: (Olivera, 2017)

#### **Nivel 0. Análisis energético preliminar.**

Revisión de los consumos energéticos en el que se puede determinar en base a facturación una visión general del patrón de consumo. Muchas veces es sorprendente la información que se puede obtener en un Análisis energético preliminar. (Olivera, 2017)

#### **Nivel I. Diagnóstico energético.**

Equivalente al definido por ASHRAE como revisión energética (“Walk-through analysis”) o al “diagnóstico energético” definido por A3e.

Basada en el análisis de facturas energéticas, mínimo un año, y de la revisión de un formulario o “checklist”, el objetivo principal de estas auditorías sería identificar Medidas de Ahorro Energético de nulo o bajo coste. Se realiza normalmente un inventario de consumos por grandes centros de carga. (Olivera, 2017)

#### **Nivel II. Auditoría energética.**

El nivel II proporciona ya un análisis detallado del uso de la energía desglosando las cargas principales e identificando las medidas de ahorro que cumplen los requerimientos del cliente. Se elabora un balance energético y finalmente se listan las medidas de ahorro energético (MAEs) con costos y beneficios estimados. (Olivera, 2017)

#### **Nivel III. Auditoría energética ESE o grado inversión.**

Auditoría energética destinada a proyectos de ahorro compartidos o sustitución de equipos. Proporciona estudio detallado de las mejoras intensivas en capital, por lo que deberá incluir estudio financiero detallado, así como presupuestos de equipos e instalaciones. (Olivera, 2017)

## **2.2 Importancia y objetivos de una Auditoria energética**

Las auditorías energéticas son el instrumento de análisis y estudio del consumo energético de un proceso, un sistema, etc. que nos dará las claves y oportunidades necesarias para mejorar su rendimiento. Es decir, mediante las auditorías energéticas podremos optimizar la eficiencia energética de cualquier proceso, sistema del edificio, etc. manteniendo las mismas condiciones de servicio y confort. (S&P, 2018)

Pero ¿cuáles deben ser los principales objetivos de una auditoría energética?

1. Reducir el consumo energético.
2. Mejorar el impacto ambiental mediante la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
3. Reducir el gasto económico.
4. Mejorar el nivel de servicio y confort.
5. Mejorar el comportamiento energético de las instalaciones con un mayor control de los equipos.

(S&P, 2018)

## **2.3 Corriente**

Se llama corriente eléctrica al flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones que orbitan el núcleo de los átomos que componen al conductor. (Estela Raffino, 2020)

Matemáticamente la corriente se calcula de la siguiente manera:

$$I = \frac{V}{A}$$

*Ecuación 1 Ley de Ohm (Corriente)*

Donde:

I= la corriente o intensidad eléctrica.

V= voltaje.

R= es la resistencia de los electrones al fluir en un conductor eléctrico.

(Estela Raffino, 2020)

## **2.4 Voltaje**

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (**FEM**) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

(García Álvarez, 2015)

La ley que relaciona la corriente con el voltaje es la ley ohm, de la siguiente manera:

$$V = I * R$$

*Ecuación 2 Ley de Ohm (Voltaje)*

(García Álvarez, 2015)

## **2.5 Potencia Eléctrica en Corriente Alterna.**

En líneas generales la potencia eléctrica se define como la capacidad que tiene un aparato eléctrico para realizar un trabajo o la cantidad de trabajo que el mismo realiza en unidad de tiempo. Su unidad de medida es el watt (W). Sus múltiplos más empleados son el kilowatt (kW) y el Megawatt (MW), mientras el submúltiplo corresponde al miliwatt (mW). (Herrera, 2012)

En un circuito eléctrico de corriente alterna se pueden llegar a encontrar tres tipos de potencias eléctricas diferentes:

- Potencia activa (P) (resistiva)
- Potencia reactiva (Q) (inductiva)
- Potencia aparente (S) (total)

(Herrera, 2012)

### 2.5.1 Potencia activa o resistiva

La denominada “potencia activa” representa en realidad la “potencia útil”, o sea, la energía que realmente se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. (Herrera, 2012)

La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

*Ecuación 3 Potencia activa*

P = Potencia de consumo eléctrico, expresada en watt (W)

I = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en ampere (A)

Cosφ = Valor del factor de potencia o coseno de “φ”

(Herrera, 2012)

### 2.5.2 Potencia reactiva o inductiva.

La potencia reactiva es la consumen los motores, transformadores y todos los dispositivos o aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina o enrollado para crear un campo electromagnético. Esas bobinas o enrollados que forman parte del circuito eléctrico de esos aparatos o equipos constituyen cargas para el sistema eléctrico que consumen tanto potencia activa como potencia reactiva y de su eficiencia de trabajo depende el factor de potencia. Mientras más bajo sea el factor de potencia, mayor será la potencia reactiva consumida. Además, esta potencia reactiva no produce ningún trabajo útil y perjudica la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica. (Herrera, 2012)

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

*Ecuación 4 Potencia reactiva*

Q = Valor de la carga reactiva o inductiva, en volt-ampere reactivo (VAR)

S = Valor de la potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

P = Valor de la potencia activa o resistiva, expresada en watt (W)

(Herrera, 2012)

### 2.5.3 Potencia aparente o total

La potencia aparente o potencia total es la suma de la potencia activa y la aparente. Estas dos potencias representan la potencia que se toma de la red de distribución eléctrica, que es igual a toda la potencia que entregan los generadores en las plantas eléctricas. (Herrera, 2012)

La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V \cdot I$$

*Ecuación 5 Potencia aparente*

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

(Herrera, 2012)

### 2.5.4 Factor de potencia

El llamado triángulo de potencias es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" (**Cos φ**) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna. (Herrera, 2012)





*Ilustración 1 Factor de potencia*

Como se podrá observar en el triángulo de la ilustración, el factor de potencia o coseno de “fi” ( $\text{Cos } \varphi$ ) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

*Ecuación 6 Factor de potencia*

(Álvarez, 2020)

## **2.6 Censo de carga**

Para levantar un censo de carga, es necesario hacer un listado de cada aparato eléctrico y su potencia eléctrica, la cual normalmente viene expresada en watts (W) o amperes (A) y la podremos encontrar en los datos de placa que cada equipo eléctrico. (Carga, 2017)

Tomar en cuenta que nuestro medidor registra el consumo eléctrico en Kilowatts hora, por lo que necesitamos dividir entre 1000 los watts que indica nuestro equipo eléctrico. (Carga, 2017)

Esta labor se puede hacer de tres maneras diferentes:

Placa de características o de identificación: En la parte de atrás de los equipos o en uno de los extremos o esquinas se encuentra una plaqueta donde están registradas

las características del equipo y entre ellas los datos eléctricos, voltios (V), amperios (A), caballos de fuerza (H.P.) y factor de potencia o coseno  $\Phi$  o directamente los kW. (Carga, 2017)

Medición de tensión y corriente: En el supuesto caso de no tener la placa de características o de identificación, esté cubierta con pintura o no este en un lugar accesible, se mide con la pinza voltiamperimétrica los voltios y los amperios por cada fase. Estos datos se tienen en cuenta para convertirlos en kW más adelante. (Carga, 2017)

Por tablas establecidas: También se llaman tablas predeterminadas, y son aquellas que los reguladores han establecido por electrodoméstico o por equipo eléctrico. (Carga, 2017)

## 2.7 Factor de carga

El factor de carga es el indicador de en qué porción de un día se utilizaría el total de la energía consumida si el consumo fuera todo al nivel de la máxima demanda registrada. En cuanto tiempo se hubiera consumido toda la energía de un día si todo el consumo ocurriera a la carga más alta. Mientras más cercano a uno es este indicador, más nivelado es el consumo de las instalaciones. (Anónimo, Ensa, s.f.)

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Carga promedio}}{\text{Carga Pico}}$$

*Ecuación 7 Factor de Carga*

(Illustrationprize, s.f.)

## 2.8 Instrumentos para mediciones eléctricas

**Analizador de redes eléctricas:** Sirve para medir directamente o bien para calcular, diferentes parámetros eléctricos de una red eléctrica: tensión, intensidad, potencia, factor de potencia, etc. (Serrano Yuste, 2016). Para la elaboración del documento se utilizó un analizador de redes FLUKE 438-II.



*Ilustración 2 Analizador de redes*

**Multímetro:** También de nominado tester, es un dispositivo eléctrico y portátil, que le permite a una persona medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras. (R., 2020)

Para medir voltaje se ajustó el multímetro en 750V de corriente alterna, para medir valores de corriente se seleccionó en diferentes rangos en dependencia del consumo de placa de los equipos.



*Ilustración 3 Multímetro*

**Transductor de presión:** Un transductor de presión, es un transductor que convierte presión en una señal eléctrica analógica... La presión aplicada al sensor produce una deflexión del diafragma, que introduce la deformación a los medidores. La deformación producirá un cambio de resistencia eléctrica proporcional a la presión. (Omega Engineering, s.f.)



*Ilustración 4 Transductor de presión*

**Datalogger:** Un registrador de datos (datalogger) es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente. Casi todos están basados en microcontroladores. Por lo general son pequeños, con pilas, portátiles, y equipados con un microprocesador, memoria interna para almacenamiento de datos y sensores. (FinalTest, s.f.)



*Ilustración 5 Datalogger*

**Vatímetro trifásico:** El vatímetro trifásico se utiliza para medir la potencia del circuito trifásico. En el vatímetro trifásico, los dos vatímetros separados se montan juntos en una sola unidad. Sus bobinas móviles se colocan en el mismo husillo. El vatímetro trifásico tiene dos elementos. El elemento individual es la combinación de la bobina de presión y la bobina de corriente. Las bobinas actuales se consideran como bobinas fijas, y las bobinas de presión son la bobina móvil del vatímetro. (Illustration Prize, s.f.)



*Ilustración 6 Vatímetro trifásico*

## **2.9 Análisis tarifario**

Entender el recibo de la luz es el primer paso para ahorrar, La factura de la luz tiene dos conceptos fundamentales:

### **La potencia contratada**

Esta representa el coste fijo por disponer del servicio de suministro eléctrico y se paga independientemente de si se consume más o menos energía, incluso si no se gasta nada en todo el mes. (Angela, 2018)

### **Consumo**

El segundo importe principal en tu recibo de la luz es el consumo eléctrico o término de energía. El importe por el término de energía de la factura representa el coste real a pagar por el consumo eléctrico realizado durante el período de facturación, medido en kilovatios por hora. Por lo tanto, este es el factor en el que más podemos ahorrar en nuestra factura. Por un lado, es importante adquirir hábitos que reduzcan el consumo de electricidad y, por otro, es posible comparar los precios del kWh que las comercializadoras ofrecen para cada una de las tarifas eléctricas. (Angela, 2018)

## **2.10 Balance de carga**

Balance, “balanceo” o equilibrio de cargas se refiere a lo mismo, es la distribución que debe hacer todo técnico o ingeniero electricista de las cargas existentes en una instalación eléctrica, de tal manera que las fases que la alimentan lo hagan más o menos en la misma proporción para todas. Si la instalación es monofásica es obvio que no se requerirá ningún balance. Si la instalación es bifásica o trifásica por norma oficial tienes que hacerlo. (Ing. I.Guerrero, 2009)

El desbalance permitido no debe exceder al 5%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas a cada Fase de un sistema bifásico o trifásico no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 5%.

La fórmula para determinar el desbalance es la siguiente:

$$\text{Desbalance}(\%) = [(CargaMayor - CargaMenor) \times 100] / (CargaMayor)$$

*Ecuación 8 Desbalance de carga*

(Ing. I.Guerrero, 2009)

## **2.11 Talleres Mecánicos**

Un taller mecánico es donde se dedican a la reparación vehículos (pueden ser automóviles o motocicletas). Sólo pasar por uno de los talleres, se percibe que todo está diseñado para que, con un mínimo conocimiento de la mecánica, cualquier mano puede reparar o reemplazar los amortiguadores y los frenos de cepillos, baterías, filtros, fluidos y neumáticos, básicamente en los talleres se realizan las operaciones de mantenimiento de automóviles y los controles habituales antes de realizar un viaje con el coche. Además, en un taller encontraras personal capacitado para cualquier problema mecánico. (ing. Donado, 2014)

### **2.11.1 Plataformas Hidráulicas**

Con las plataformas elevadoras, el operario puede regular la altura de trabajo, lo cual es una gran ventaja. Las hay de muchos tipos y gracias a la amplia variedad es fácil encontrar la que mejor se adapta a las características específicas de cada taller. Incluso puede ser empotrable en el suelo o trasladable. En líneas generales, los elevadores más comunes son:

Elevador de 2 columnas. El más común, es el que sale más económico, ahorra espacio y ofrece una maniobrabilidad excelente. (Gruas y aparejos , 2020)

Elevador de 4 columnas. Tiene mayor capacidad de carga. Especialmente eficaz para la alineación de ruedas. Ocupa un mayor espacio, por lo que es más adecuado para talleres muy grandes que para otros de menor tamaño. (Gruas y aparejos , 2020)

### **2.11.2 Desmontadoras y equilibradoras de llantas**

Una desmontadora es una herramienta mecánica que ayuda a montar o desmontar ruedas. En algunos lugares se conoce como desmontadora de neumáticos, pero también se la puede denominar desllantadora o montadora. (Sara, 2019)

Las desmontadoras pueden ser manuales, neumáticas o hidráulicas. La diferencia es su tecnología. La manual es la más económica y fácil de instalar, pero presenta como inconveniente que no es sencilla de utilizar con algunos tipos de ruedas. (Sara, 2019)

El objetivo de las equilibradoras de ruedas es que la rueda gire de la manera más homogénea posible y para ello es necesario eliminar o corregir las fuerzas e inercias que se producen cuando estos dos elementos trabajen de manera conjunta. (Sara, 2019)

Además, un correcto equilibrado evita un desgaste prematuro de los neumáticos, de los órganos de suspensión, de dirección y de los rodamientos. El uso continuo de los vehículos consigue que las ruedas vayan desequilibrándose, de modo que de manera periódica hay que someter al vehículo a este trabajo, para evitar el desgaste de los elementos mencionados. (Sara, 2019).

### **2.11.3 Compresores de tornillo**

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. (Carlos, 2018)

El compresor de tornillo es impulsado por motores (eléctricos, diésel, neumáticos, etc.). Este utiliza dos tornillos largos para comprimir el aire dentro de una cámara larga, Para evitar el daño de los mismos tornillos, aceite es insertado para mantener todo el sistema lubricado. El aceite es mezclado con el aire en la entrada de la cámara y es transportado al espacio entre los dos tornillos rotatorios. Al salir de la cámara, el aire y el aceite pasan a través de un largo separador de aceite donde el aire ya pasa listo a través de un pequeño orificio filtrador. El aceite es enfriado y

reutilizado mientras que el aire va al tanque de reserva para ser utilizado en su trabajo. (Carlos, 2018)

#### **2.11.4 Motores Eléctricos**

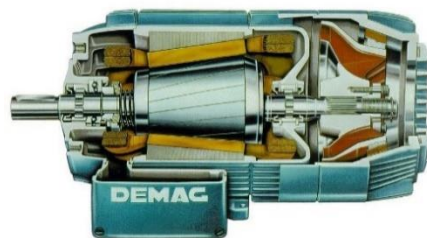
Un motor eléctrico es una máquina que para producir el movimiento deseado resulta capaz de transformar la energía eléctrica propiamente dicha en energía mecánica, todo logrado a través de diferentes interacciones electromagnéticas. (G, 2008)

##### **2.11.4.1 Motores trifásicos**

Los motores trifásicos son motores en los que el bobinado inductor colocado en el estator está formado por tres bobinados independientes desplazados  $120^\circ$  eléctricos entre sí y alimentados por un sistema trifásico de corriente alterna.

Los motores trifásicos asíncronos los podemos encontrar de dos clases:

- La primera clase es la que tiene el rotor bobinado.
- Y la segunda clase la que tiene el rotor en cortocircuito o también conocido rotor de jaula de ardilla, por su forma parecida a una jaula.



*Ilustración 7 Motor trifásico*

Todo circuito bobinado trifásico se puede conectar bien en estrella o bien en triángulo:

En la conexión en estrella todos los finales de bobina se conectan en un punto común y se alimentan por los otros extremos libres.

Por el contrario, en la conexión en triángulo cada final de bobina se conecta al principio de la fase siguiente, alimentando el sistema por los puntos de unión.



En la conexión estrella, la intensidad que recorre cada fase coincide con la intensidad de línea, mientras que la tensión que se aplica a cada fase es (raíz de 3) menor que la tensión de línea.

Por el contrario, en la conexión en triángulo la intensidad que recorre cada fase es (Raíz de 3) menor que la intensidad de línea, mientras que la tensión a la que queda sometida cada fase coincide con la tensión de línea.

En estas condiciones, si un motor está diseñado para aplicarle 230 V a cada fase, lo podremos conectar a la red de 230 V en triángulo y a la red de 400 V en estrella. En ambos casos, la tensión que se le aplica a cada fase es 230 V. Estas conexiones en estrella o triángulo se realizan en el motor sobre su propia placa de bornes. (Delgado, 2015)

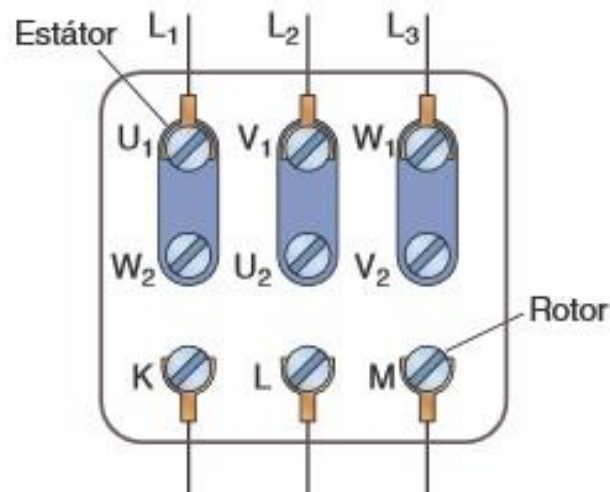


Ilustración 8 Placa de Bornes

### **3. Metodología de trabajo para una auditoría energética**

Normalmente la auditoria contempla un estudio por fases o etapas del edificio objeto, de sus instalaciones y de sus equipos, así que vamos a intentar desgarnar como hacer auditorías energéticas:

#### **3.1 Planificación.**

Antes de iniciar un trabajo de auditoría se debe planificar la misma. Para ello debemos conocer: (Ballester, 2017)

- Recursos necesarios
- Medios humanos para emplear
- Jornadas de trabajo necesarias
- Información previa para obtener
- Plazos para la realización de los trabajos
- Persona de contacto en la instalación
- Recopilación y revisión de datos

Para ello debemos obtener de cada una de las instalaciones a auditar:

- Facturas eléctricas: mínimo 1 año natural
- Facturas de combustibles: mínimo 1 año natural
- Facturas de consumo de agua: mínimo 1 año natural
- Planimetría
- Régimen de trabajo general
- Esquemas de las instalaciones (unifilares, esquemas de principio, etc.)
- Otros datos: producción, ocupación, etc.

(Ballester, 2017)

#### **3.2 Trabajo preparatorio**

Para iniciar el trabajo de campo se deben tener en cuenta los siguientes aspectos

- Equipo a utilizar
- Tipos de instalaciones a auditar
- Fichas de campo

- Concertar visitas
- Trabajo de campo
- Realización de inventariado
- Mediciones lumínicas
- Mediciones eléctricas
- Mediciones Térmicas
- Otras mediciones

(Ballester, 2017)

### **3.3 Revisión y análisis de datos**

Una vez obtenida toda la documentación y realizadas las mediciones correspondientes pasaremos a evaluar los valores obtenidos:

- Análisis de facturación
- Estimación del consumo de los elementos inventariados
- Cálculo del rendimiento de los elementos inventariados
- Obtención de la curva de carga de la instalación
- Análisis de los aislamientos térmicos: conducciones y envolvente
- Obtención de las temperaturas de trabajo de los elementos de climatización

(Ballester, 2017)

### **3.4 Identificación de las medidas de ahorro energético y económico**

Una vez interpretada la información obtenida debemos plantear las Medidas de Ahorro Energético, evaluar las inversiones necesarias, los períodos de retorno de inversión, los ahorros energéticos, etc. (Ballester, 2017)

### **3.5 Revisión con el personal de la empresa**

Previamente a la redacción del documento final se debe consensuar el contenido del mismo con la dirección y los técnicos de la propiedad. Debemos comentar los resultados de las mediciones y análisis de la información. Pero sobre todo se deben consensuar las M.A.E.'s a aplicar, tanto por las posibles implicaciones en la

producción, como por las preferencias en operación y mantenimiento de las mismas. (Ballester, 2017)

### **3.6 Elaboración del documento final**

En este documento se formalizan los resultados de la auditoría. Es a través de él que el auditor interno va a mostrar lo que fue examinado, destacando los puntos positivos, puntos negativos y sus conclusiones, para que la dirección de la empresa sepa lo que está yendo bien y lo que precisa ser mejorado. (Ballester, 2017)

#### **4. Hipótesis**

El consumo del área de taller de CCN consume más energía de la que realmente necesita.

## 5. Generalidades de la empresa

La Compañía Cervecera de Nicaragua está ubicada en el Km. 6 1/2 Carretera Norte, 600M al lago. Es una empresa de triple utilidad que genera valor económico, social y ambiental a Nicaragua, Cuenta con una administración de flota vehicular cuya área aproximada es de 4,112.34 m<sup>2</sup>. Esta fue fundada en el año 2014 con la finalidad de generar un aumento de la productividad y calidad en el trabajo, acá se realizan los debidos mantenimientos de la flota ya sean preventivos o correctivos. La administración brinda sus servicios a todos los equipos que contribuyen en la distribución del producto como: camiones, cabezales, rastras y montacargas.

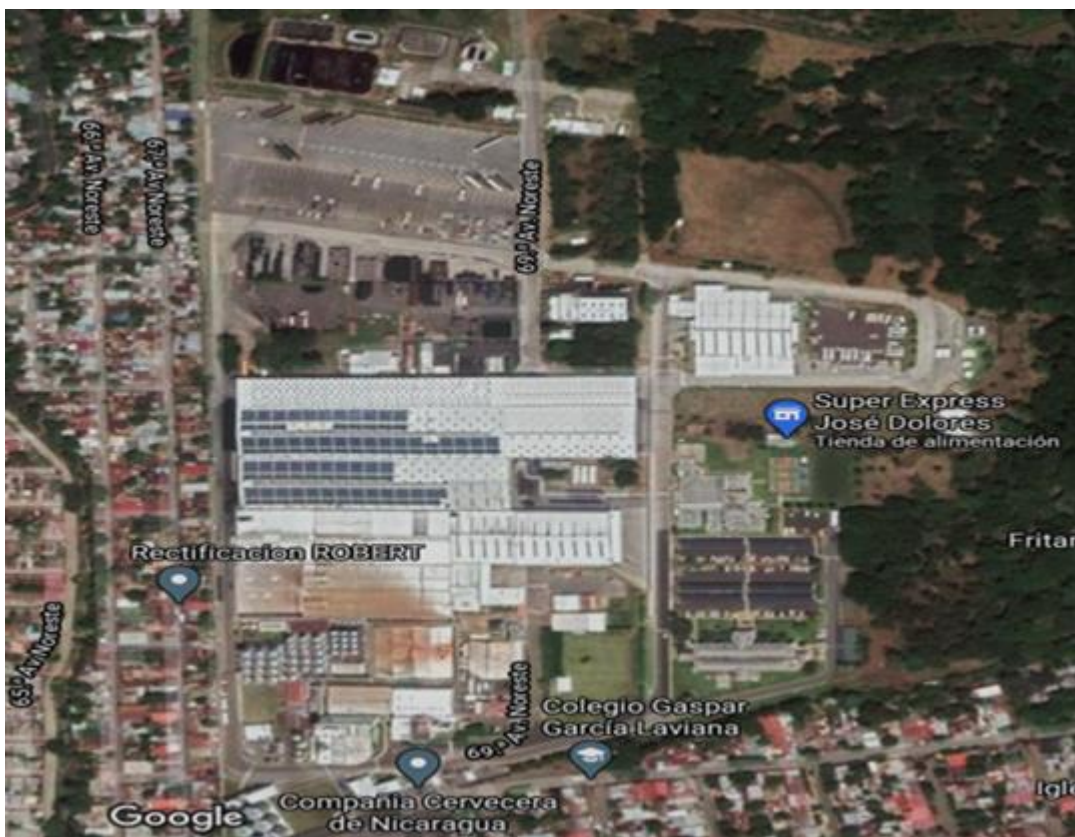
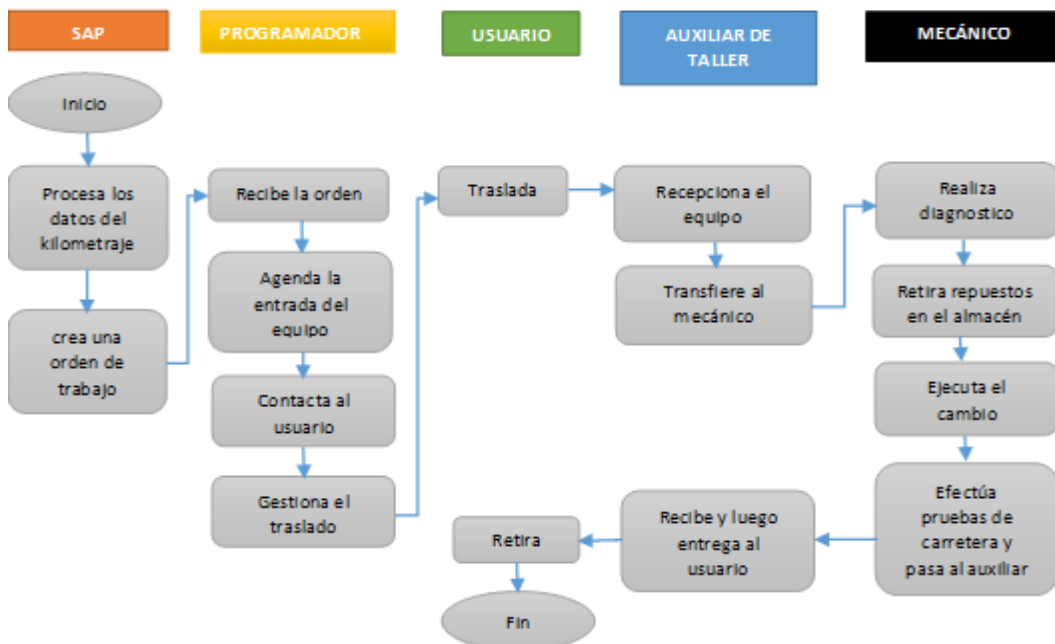


Ilustración 9 Mapa aéreo de la empresa

El taller maneja un programa que permite la gestión adecuada del mantenimiento denominado SAP (Systems, Applications, Products), Este administra de manera eficiente los recursos humanos, productivos y logísticos.

En la siguiente se muestra los diagramas de procesos del taller en casos de mantenimientos preventivos y correctivos:

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO



### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

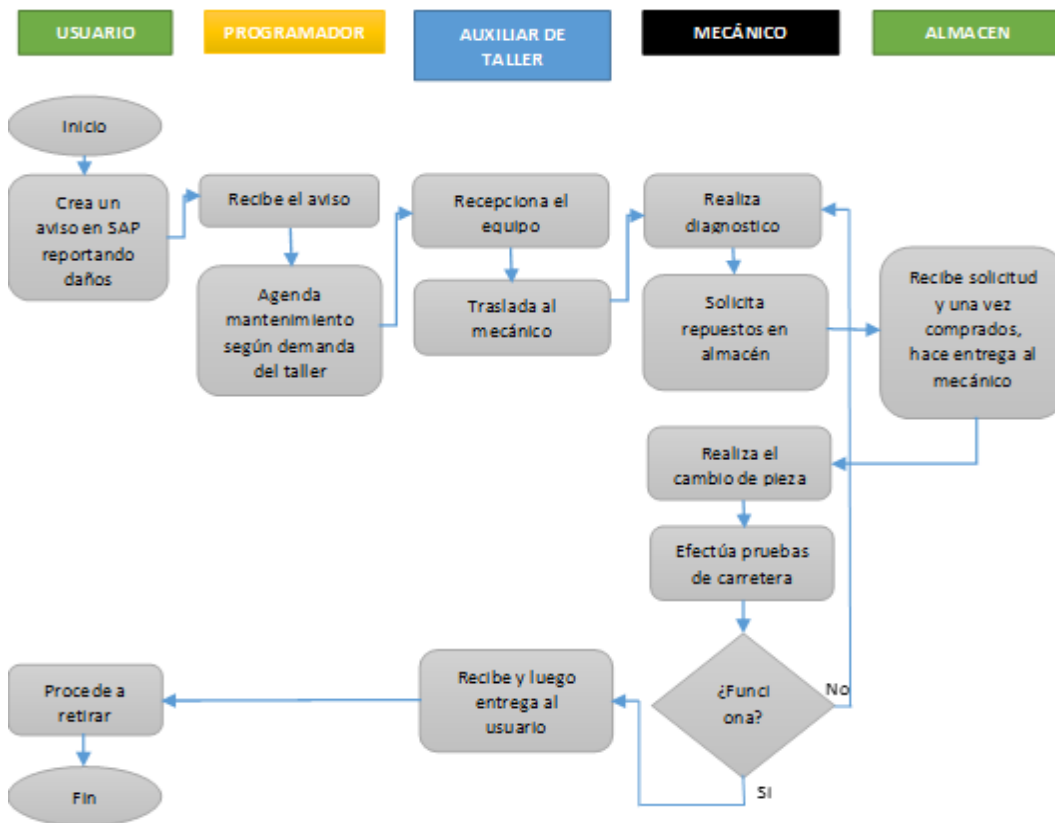


Ilustración 10 Diagrama de procesos del taller

A como se puede observar en el diagrama de mantenimiento preventivo, después de que el sistema SAP procesa los datos de kilometraje y se actualizan las cargas masivas suministradas por la bomba de combustible de CCN, SAP calcula y crea la orden de trabajo en caso de que el equipo se acerque a su kilometraje de mantenimiento, considerando una tolerancia de  $\pm 500$  KM, posterior el programador agenda la entrada del equipo, luego este se contacta con el usuario vía correo o llamada telefónica para gestionar el traslado al taller, una vez el equipo ha sido trasladado al taller, se procede a recepcionar por el auxiliar de taller y llevado al mecánico quien diagnostica, retira los repuestos del almacén y realiza el cambio. Después el auxiliar recibe y entrega al usuario.

En el caso de mantenimiento correctivo el usuario crea un aviso a través de SAP, luego este es tomado por el programador quien agenda el mantenimiento según la demanda del taller, el equipo es recepcionado por el auxiliar de taller, y posterior es trasladado al mecánico quien diagnostica y solicita el repuesto, la gestión de adquisición del repuesto se encarga el departamento de compras, que una vez comprado es recibido por el almacén y entregado a través de una reserva al mecánico, el mecánico cambia la pieza y luego el equipo es sometido a una prueba de carretera para cerciorarse que el equipo puede operar en óptimas condiciones. Al final si el equipo pasa la prueba es entregado al usuario. Caso contrario el equipo vuelve a reparación.

### **5.1 Condiciones meteorológicas**

Las condiciones meteorológicas de la Zona son las siguientes:



	Unidad	Ubicación de datos meteorológicos	Ubicación de la instalación	Fuente
Latitud		12.1	12.1	
Longitud		-86.2	-86.2	
Zona climática		0A - Extremadamente caliente - Húmedo		
Elevación	m	56	102	Suelo+NASA
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	20.4		Definido por el usuario - Mapa
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	35.1		Suelo
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	11.1		NASA

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m <sup>2</sup> /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados-días de calefacción 18 °C °C-d	Grados-días de refrigeración 10 °C °C-d
Enero	26.4	66.3%	2.17	5.55	98.9	2.8	28.1	0	508
Febrero	27.0	63.5%	3.08	6.06	98.8	3.1	29.3	0	476
Marzo	28.1	61.6%	5.89	6.69	98.8	3.2	30.9	0	561
Abril	29.4	60.2%	18.90	6.52	98.7	3.1	32.1	0	582
Mayo	28.8	68.6%	122.14	5.77	98.7	2.4	30.5	0	583
Junio	27.3	79.0%	140.10	5.69	98.7	1.7	28.3	0	519
Julio	27.1	78.4%	88.66	5.78	98.8	1.9	27.8	0	530
Agosto	27.3	78.6%	116.87	5.75	98.8	1.9	28.3	0	536
Setiembre	26.8	81.8%	195.60	5.36	98.7	1.4	27.6	0	504
Octubre	26.6	82.3%	150.66	5.27	98.7	1.4	27.1	0	515
Noviembre	26.3	77.4%	30.00	5.24	98.7	1.5	27.1	0	489
Diciembre	26.4	70.3%	5.27	5.33	98.8	2.3	27.4	0	508
<b>Anual</b>	<b>27.3</b>	<b>72.4%</b>	<b>879.34</b>	<b>5.75</b>	<b>98.8</b>	<b>2.2</b>	<b>28.7</b>	<b>0</b>	<b>6,312</b>
Fuente	Suelo	Suelo	NASA	NASA	NASA	Suelo	NASA	Suelo	Suelo
Medido a	m		10		0				

Tabla 1 Condiciones meteorológicas en los alrededores de ADF

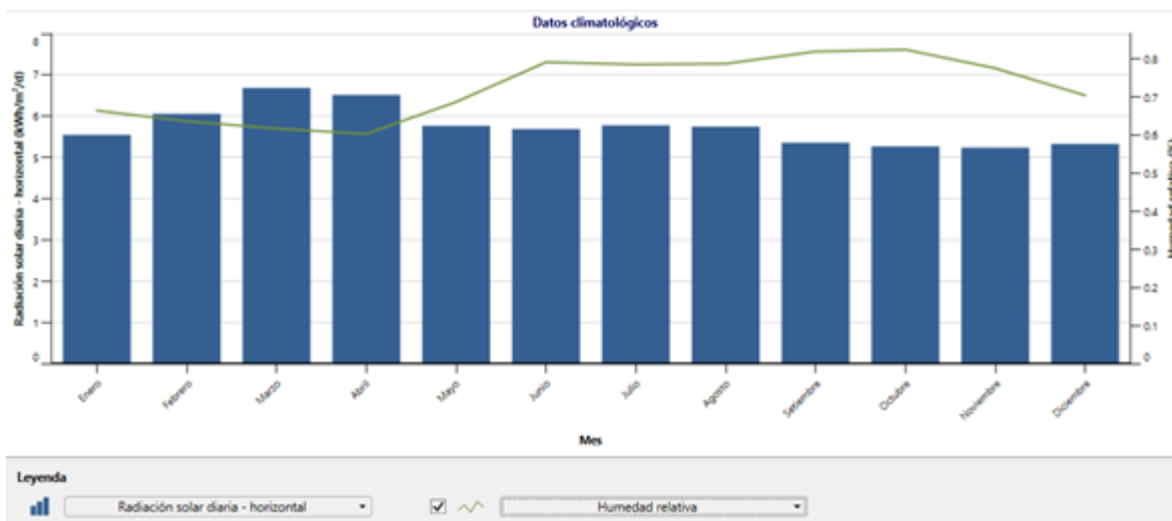


Tabla 2 Grafica de radiación solar Vs Humedad relativa en los alrededores de ADF

En la tabla anterior se presenta los datos meteorológicos para la ciudad de Managua, datos que son necesarios para hacer la evaluación en las áreas climatizadas del edificio.

Se observa dos datos importantes para evaluar los sistemas de aire acondicionado como son la temperatura del aire, la radiación solar diaria horizontal a 10 metros de altura de la superficie del suelo, esta es considerada una fuente de calor natural es

importante que para usar estos valores en las evaluaciones siempre se deben tomar los valores máximos.

Conviene mencionar que son datos obtenidos de la estación meteorológica con datos de satélites de la NASA. Esos datos están disponibles en [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net).

## 6. Descripción del edificio

La Administración de Flota Vehicular está dividida en las siguientes áreas:

- Taller: Área de equipos pesados, equipos livianos, montacargas, soldadura, vulcanización y pintura
- Oficina: Programadores y servicios administrativos de la flota
- Almacén: Repuestos mecánicos y neumáticos.
- Funciones adicionales: Oficinas de gestión empresarial e higiene y seguridad ocupacional de la empresa.

Actualmente laboran 47 personas en el edificio de las cuales 34 son mecánicos, 12 pertenecen al área de administración y uno en Gerencia. Trabajan un promedio de 45 horas a la semana de lunes a sábado considerando que el sábado solamente llega a laborar el 20% del personal, siendo aproximadamente 11.5 horas de trabajo al día, tanto del personal como de los equipos consumidores de energía.

<b>Horario funcionamiento semanal de ADF</b>			
Meses laborales al año	12 meses		
Días laborales (Oficina)	5	Turnos al día	1
Días laborales (Mecánicos)	6	Turnos al día	2
Días laborales (Vulcanización)	6	Turnos al día	1

Tabla 3 Horario de funcionamiento semanal de ADF

<b>Funcionamiento anual ADF</b>			
Horas de funcionamiento por día de ADF	11.5	Días oficiales asueto	11
Horas de funcionamiento al año del taller (ADF)	REVISAR		

Tabla 4 Horario de funcionamiento anual de ADF

## **Principales usos energéticos**

La administración de flota vehicular utiliza la electricidad para energizar los equipos de climatización, generación de aire comprimido, motores, ofimática, soldadores e iluminación.

El aire comprimido generado con energía eléctrica se usa para accionar las pistolas de impacto, alimentar el sistema de distribución de grasa y aceite, accionamiento de un cortador plasma, suministro de aire para instalación de llantas en vulcanización, pistolas de aerosol en el área de pintura, entre otros.

## 6.1 Sistema de climatización

Está conformado por un total de 15 aires acondicionados con tecnología Inverter de marca Panasonic de diferentes capacidades, estas por sus características brindan un mayor confort, ahorro energético y económico diseñados para las condiciones meteorológicas específicas de la zona.

Cada una de las unidades de climatización tienen la misión de brindar las condiciones de confort dentro de las oficinas del ADF, se utiliza un modelo acorde a los requerimientos del área a acondicionar y los trabajos que se realizan dentro de ella así como el número de personas, paredes y otras fuentes de calor tanto internas como externas.

Los modelos de los aires acondicionados son CS-S9PKV, CS-S12PKV, CS-S18PKV, CS-S24PKV, los datos más relevantes se presentan en la Tabla 6 Ficha técnica familia de aire acondicionado; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Estos equipos utilizan refrigerante R410A que es un gas que no contribuye a la reducción de la capa de ozono del planeta pero que se debe manejar con precaución debido a su potencial de efecto invernadero (1725 GWP).

Están distribuidos de la siguiente manera:

Espacio	Modelo AC
Oficina almacén	CS-S18PKV
Oficinas Planta Baja	CS-S12PKV (2), CS-S9PKV
Jefe Gestión Empresarial	CS-S12PKV
Gerente de Calidad y Gestión Empresarial	CS-S18PKV
Sala de Conferencia ADF	CS-S24PKV
Oficina Gestión Empresarial	CS-S18PKV (3)
Sala de conferencia Gestión Empresarial	CS-S9PKV
Oficina jefe ADF	CS-S12PKV
Recepción	CS-S24PKV
Cuarto de telecomunicaciones	CS-S9PKV
Cuarto eléctrico	CS-S9PKV

Tabla 5 Distribución de los aires acondicionados

Model	Indoor	CS-S9PKV			CS-S12PKV			
	Outdoor	CU-S9PKV			CU-S12PKV			
Performance Test Condition		JIS			JIS			
Power Supply	Phase, Hz	Single, 60			Single, 60			
	V	220			220			
		Min.	Mid.	Max.	Min.	Mid.	Max.	
Cooling	Capacity	kW	0.84	2.65	3.20	0.92	3.23	4.00
		BTU/h	2860	9040	10900	3140	11000	13600
		kJ/h	3020	9540	11520	3310	11630	14400
	Running Current	A	-	3.4	-	-	4.1	-
	Input Power	W	225	695	870	260	855	1.14k
	EER	W/W	3.73	3.81	3.68	3.54	3.78	3.51
		BTU/hW	12.71	13.01	12.53	12.08	12.87	11.93
		kJ/hW	13.42	13.73	13.24	12.73	13.60	12.63
	Power Factor	%	-	93	-	-	95	-
	Indoor Noise (H / L / QLo)	dB-A	36 / 26 / 23			38 / 28 / 25		
Outdoor Noise (H / L)	dB-A	46 / - / -			47 / - / -			
Max Current (A) / Max Input Power (W)		5.5 / 1.07k			7.4 / 1.37k			
Starting Current (A)		3.4			4.1			
Compressor	Type	Hermetic Motor (Rotary)			Hermetic Motor (Rotary)			
	Motor Type	Brushless (6 poles)			Brushless (6 poles)			
	Output Power	W	500			650		

Model	Indoor	CS-S18PKV			CS-S24PKV			
	Outdoor	CU-S18PKV			CU-S24PKV			
Performance Test Condition		JIS			JIS			
Power Supply	Phase, Hz	Single, 60			Single, 60			
	V	220			220			
		Min.	Mid.	Max.	Min.	Mid.	Max.	
Cooling	Capacity	kW	1.10	5.20	6.00	1.12	6.00	7.10
		BTU/h	3750	17700	20500	3820	20500	24200
		kJ/h	3960	18720	21600	4030	21600	25560
	Running Current	A	-	6.4	-	-	7.7	-
	Input Power	W	290	1.38k	1.68k	320	1.65k	2.00k
	EER	W/W	3.79	3.77	3.57	3.50	3.64	3.55
		BTU/hW	12.93	12.83	12.20	11.94	12.42	12.10
		kJ/hW	13.66	13.57	12.86	12.59	13.09	12.78
	Power Factor	%	-	98	-	-	97	-
	Indoor Noise (H / L / QLo)	dB-A	45 / 36 / 33			46 / 37 / 34		
Outdoor Noise (H / L)	dB-A	49 / - / -			49 / - / -			
Max Current (A) / Max Input Power (W)		9.7 / 2.05k			11.5 / 2.45k			
Starting Current (A)		6.4			7.7			
Compressor	Type	Hermetic Motor (Rotary)			Hermetic Motor (Rotary)			
	Motor Type	Brushless (6 poles)			Brushless (6 poles)			
	Output Power	W	900			900		

Tabla 6 Ficha técnica familia de aire acondicionado

## 6.2 Sistema de generación de aire comprimido

El taller requiere una gran cantidad de aire comprimido para alimentar herramientas de funcionamiento neumático como: Pistolas de impacto, remachadoras, Pistolas de aire para pintado y alimentación del sistema de distribución de grasa y aceites, por esa razón, el ADF cuenta con un compresor modelo SIGMA AS 20 Compresor de tornillo lubricado 20 HP a como se observa en la siguiente tabla:

### ☆☆ Compresor SIGMA AS 20 Compresor de tornillo lubricado 20 HP

#### Imagen del equipo:

(Solo como referencia)



#### Características

<b>Capacidad volumétrica:</b>	
<b>@ 125 PsiG</b>	99 CFM (FAD)
<b>@ 160 PsiG</b>	85 CFM (FAD)
<b>@ 217 PsiG</b>	64 CFM (FAD)
<b>Potencia del motor:</b>	20 HP - TEFC
<b>Clase de protección eléctrica:</b>	IP 55
<b>Tipo de aislante del motor:</b>	ISO F
<b>Voltaje:</b>	230/460V/3 Fase/60Hz
<b>Conexión de descarga de aire comprimido:</b>	1 1/4" NPT
<b>Conexión de dren de condensados:</b>	1/4" NPT
<b>Conexión de tubo Conduit:</b>	3 x 1"; 1 x 2 1/4"
<b>Dren de condensados</b>	Eco Drain
<b>Dimensiones: (L x A x H)</b>	1.12m x 0.8m x 1.53m
<b>Peso:</b>	485 Kg
<b>Nivel de ruido:</b>	67 dB(A)

Tabla 7 Ficha técnica Compresor Kaeser Sigma AS20


Este compresor está conectado a una red trifásica a 480V ( $\Delta$ ). Alimenta las diversas áreas que ameriten aire comprimido para su funcionamiento, en vulcanización se requiere el aire comprimido para accionamiento de pistolas que son utilizadas para desmontar llantas de los equipos que asisten al área, también se utiliza para el armado de las llantas para ello se requiere que en equipos pesados las llantas lleguen a 100 PSI, por lo que la presión que llega a esta área es de 120 PSI.

En el área de enderezado y pintura, el aire comprimido es utilizado para accionar las pistolas de aerosol a través de las cuales se logran acabados con altos estándares de calidad y con esto se logra la prolongación de la vida útil de la carrocería de los equipos de la flota, la presión que llega a esta área es de 100 PSI.


En el área de soldadura se utiliza aire comprimido para el accionamiento del cortador plasma, a una presión de 100 PSI, El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete que se acciona gracias al sistema de aire comprimido a la presión de seteo (100 PSI), lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de corte.

El rendimiento de los compresores AS los hace superior en su clase. Este logro ha sido posible gracias a una nueva unidad de compresión con un PERFIL SIGMA optimizado y a las bajas velocidades de giro, que han permitido aumentar el caudal hasta en un 16 % respecto a los modelos anteriores, Además, los motores Premium Efficiency (IE3), el controlador SIGMA CONTROL 2 y un inteligente sistema de enfriamiento contribuyen notablemente a reducir el consumo. (KAESER Compresores).

El aire comprimido debe ser almacenado hasta que necesite ser utilizado, por eso en ADF se cuenta con un tanque pulmón 540E11ES con una capacidad de 1,000L y una presión máxima de 11 bar (aproximadamente 160 PSI). Los datos de placa se pueden observar en la próxima tabla:



**OKS Otto Klein GmbH**  
D - 57223 Kreuztal



[www.otto-klein.de](http://www.otto-klein.de)

<b>Herstellnummer</b> serial number	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>Inhalt</b> capacity	<b>V</b> 1000L
<b>Betr.Druck</b> work pressure	<b>PS</b> <sub>min</sub> 0 bar	<b>Betr. - Temp.</b> work - Temp.	<b>TS</b> <sub>min</sub> -10 °C
<b>Betr.Druck</b> work pressure	<b>PS</b> <sub>max</sub> 11 bar	<b>Betr. - Temp.</b> work - Temp.	<b>TS</b> <sub>max</sub> +50 °C
<b>Prüfdruck</b> test pressure	<b>PT</b> 16 bar	<b>Herstelljahr</b> year of constr.	<input style="width: 100%;" type="text"/>

Behälter nach Richtlinie 2014/68/EU und AD-2000 Merkblätter  
vessel according to directive 2014/68/EU and AD-2000 Merkblätter  
**Made in Germany**

Tabla 8 Ficha técnica tanque pulmón



El aire debe ser secado debido a los altos valores de humedad que presenta, por ello parte del sistema de aire comprimido es un secador de aire KAESER TCH 26, se puede consultar sus datos en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 11 Secador de aire KAESER TCH 26

<b>KAESER KOMPRESSOREN</b>		KAESER KOMPRESSOREN SE Carl-Kaeser-Str. 26 GERMANY - 96450 Coburg <a href="http://www.kaeser.com">www.kaeser.com</a>	
Refrigerated Dryer Model	<b>TCH 26</b>		
Material No.			
Serial No.			
Year of manufacture			
Max. Working pressure	<b>230 psig</b>		
Ambient temperature	<b>37 °F / 115 °F</b>		
Electrical connection	<b>115 V / 1 / 60 Hz</b>		
Package FLA	<b>11 A</b>		
Refrigerant compressor FLA	<b>10 A</b>		
Short circuit current:	<b>5 kA</b>	<b>rms sym.</b>	<b>600 V max.</b>
Supply fuse (field provided):	<b>Class CC 600 V AC 15 A</b>		
Electrical diagram	<b>STCH-03000.00</b>		
<b>Option</b>			
<b>Refrigeration system</b>			
contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol			
Refrigerant	<b>R134a</b>		
Refrigerant charge	<b>1.32 lb</b>		
Max. Working pressure HP	<b>260 psig</b>		
Max. Working pressure LP	<b>230 psig</b>		
Tested leak-free			
For service, refer to equipment number	<b>4984905</b>		
<b>MADE IN GERMANY</b>			

Tabla 9 Ficha técnica secador de aire KAESER TCH 26

El compresor está controlado a través de sistema PLC, para producir aire comprimido que se utiliza en las operaciones del taller, tales como:

- Accionamiento de pistolas impacto.
- Funcionamiento de sistema de alimentación de aceite.
- Para cortar laminas metálicas con el cortador plasma.
- Para el uso de pistolas de aerosol en el taller de pintura.
- Llenado de aire para las llantas de la flota.
- Sopleteado de elementos de máquinas.

El sistema de aire comprimido usa tuberías de ¼” con acoples rápidos de serie 3000, los cuales están diseñados para trabajar a una presión máxima de 2000 PSI, temperatura maxima e 250 °F y una capacidad flujo de 24 CFM, se pueden comprobar los detalles en la próxima ilustración y tabla:



*Ilustración 12 Acoplamiento de desconexión rápida de cierre de pasador de intercambio*

<b>Serie</b>		<b>3000</b>	<b>4000</b>	<b>5000</b>	<b>6000</b>
Tamaño del cuerpo	(pulg)	1/4	3/8	1/2	3/4
Máx. Presión de funcionamiento	(bar)	138	69	35	15
	(psi)	2000	1000	500	220
Min. Presión de estallido	(bar)	552	276	140	60
	(psi)	8000	4000	2000	800
Flujo clasificado	(lpm)	680	1274	2040	3540
	cfm	24	45	72	125

*Tabla 10 Características de acoplamiento de desconexión rápida de cierre de pasador de intercambio*

Este tipo de acoples se utilizan para accionar de manera rápida las diversas herramientas que son impulsadas a través de aire comprimido con esto se reduce el tiempo ocioso de los mecánicos y se aumenta el tiempo de productividad de la mano de obra.

### **6.3 Motores y equipos de área operativa**

En la gran mayoría de las operaciones del taller se utilizan equipos y motores eléctricos para la ejecución del mantenimiento de la flota.

En el área operativa se utilizan equipos y motores eléctricos para el levantamiento de vehículos, apertura y cierre de cortinas metálicas, desmontaje y balanceo de llantas, marcado de llantas, entre otros.

#### **6.3.1 Elevadores en el área operativa**

En total son 3 elevadores marca Rotary Lift, 2 de dos columnas y 1 de cuatro. Su función principal es la de levantar los vehículos cuando necesitan algún tipo de reparación común ya sea para cambio de llantas o revisión del sistema de dirección de equipos livianos. Estos mecanismos facilitan el trabajo del operario pues este se puede realizar de manera más cómoda. Las capacidades de levantamiento son de 4.5 y 6.3 Toneladas respectivamente, utilizan motores monofásicos de 2HP con un voltaje de 208/230. Se mantienen activos gran parte del día debido a la demanda del taller.

Para manipular los elevadores de dos columnas de brazos asimétricos se tiene que colocar manualmente los brazos y luego realizar el levantamiento a los puntos designados en el marco, tienen la ventaja de no usar mucho espacio y permiten observar las llantas y carrocería debajo del vehículo. En el caso del elevador de cuatro columnas, incluye un gato central neumático desplazable que va de adelante hacia atrás, para así tener libre el eje delantero o trasero del vehículo y poder de esta forma realizar diferentes tipos de trabajo de alineación.

El trabajo de alineación consiste en poner las ruedas de cada eje paralelas y, a su vez, situar también los ejes paralelos entre sí, ajustando los ángulos según las indicaciones del fabricante. Si bien, un buen alineado reduce el desgaste de todos los elementos de la rueda entre los que se encuentran las suspensiones y los frenos, también sirve para brindar estabilidad en línea recta, capacidad de retorno al volante y rendimiento de giro, por todo esto, esta tarea se realiza de manera frecuente en el taller.

Las especificaciones técnicas de ambos equipos se muestran a continuación:



Ilustración 13 Elevadora ROTARY SPOA10

Tipo de brazo	Diseño de 3 etapas Trio™
Adaptadores	Abatible
Capacidad	10,000 libras
Subir	72 3/4 " a 78 3/8 "
Subir con Adaptador	72 3/4 " a 81 3/8 "
Altura total	11 ' 8 1/2 "
Ancho promedio	11 ' 5 3/8 "
Auto-servicio	95 1/4 "
Brazo delantero mínimo / máximo	21 3/4 " - 43 1/2 "
Brazo trasero mínimo / máximo	37 " - 61 "
Min. Altura del adaptador	4 3/4 "
Max. Altura del adaptador	10 1/4 "
Min. Tamaño de la bahía	12'x24 '
Altura de techo requerida	12 '
Altura de techo requerida con brazo de extensión	13 ' 6 "
FJ5153 Extensión de altura de 1 ' Altura de	13 ' w / Shockwave 13'6 "
FJ5154 Se	14 ' w / Shockwave 14'6 "
Motor	2 HP
Velocidad de subida	5.1"/s
voltaje	208v-230v
Velocidad de subida de motor	11"/s
Tiempo de subida completa / decente	45 segundos / 40 segundos
Tiempo de subida de motor completo / decente	35 segundos / 30 segundos

Tabla 11 Ficha técnica elevadora ROTARY SPOA10



Ilustración 14 Elevador ROTARY SM14

Distancia entre ejes máxima	158 " (4013 mm)
Subir	78 3/4 " (2000 mm)
Longitud total	18 ' 10 " (5740 mm)
Ancho total ** †	10 ' 11 3/4 " (3346 mm)
Dentro de columnas **	116 1/4 " (2953 mm)
Entre columnas delanteras y traseras	171 1/4 " (4349 mm)
Altura de columnas	7 ' 6 1/2 " (2299 mm)
Ancho de pistas	20 " (508 mm)
Altura de pistas	7 " (178 mm)
Ancho entre pistas	43 " - 46 " (1092-1168 mm)
Capacidad de levantamiento	14,000 libras (6350kg)
Motor	2 HP
Onda de choque del motor	5 HP
Baterías no incluidas	2 Grupo estándar 24
Voltaje Monofásico	208v-230v
Voltaje con onda de choque	110V
Tiempo de subida completa	65 segundos
Onda de choque de subida completa / descendente	35 segundos / 18 segundos
Min. Tamaño de la bahía	15'x23 '

Tabla 12 Ficha técnica elevador ROTARY SM14

### 6.3.2 Sistema de apertura y cierre de las cortinas metálicas en el área operativa

En el ADF encontramos un total de 4 cortinas metálicas de marca GUATEMETAL. Estas fueron instaladas con el objetivo de brindar seguridad en algunas áreas del taller.

A continuación, se detallará la ubicación de cada una de ellas:

Área	Cantidad
Pintura	2
Vulcanización	2

*Tabla 13 Ubicación de cortinas metálicas*

El sistema de apertura y cierre de las cortinas se conecta a 110 V, requiere un torque de 50 Nm y su consumo total es de 2.8A, 0.4HP aproximadamente.

Está conformado por:

1. Motor eléctrico ubicado a uno de sus extremos y acoplado directamente al eje de la cortina.
2. Cadena para operación manual en caso de fallas en el fluido eléctrico.
3. Comando de movimientos direccionales accionados a través de botonera con 3 pulsadores para parar, subir y bajar

### 6.3.3 Desmontadora de llantas

El vulcanizado es una de las actividades de mayor prioridad en las instalaciones puesto que la distribución del producto nunca debe de parar, para esta acción los trabajadores del taller se auxilian de la desmontadora de llantas PROMAXX 9260 de Rema tiptop. La cual, proporciona agilidad y rapidez al proceso. Esta es accionada a través de un motor trifásico de 1.1kW, posee un mando aéreo y está diseñada para trabajar con diámetros de hasta 26" ejerciendo una fuerza para destalonar entre 2700 – 3200 kg a 6.5 rpm. Se maniobra fácilmente, un solo operador es encargado de ubicar la llanta, ejecutar la operación de desmontaje y

luego retirar sin que sufra daños, para después, proceder a parchar o marcar. Se podrá apreciar de mejor manera en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 15 Desmontadora de llantas PROMAXX 9260

### Especificaciones Técnicas

Ø de llantas en pulgadas	14" - 26"
Ø máximo ext. rueda	1600 mm
Ancho max. rueda	800 mm
Peso max. rueda	600 Kg
Force du détalonneur	2500 Nm
Fuerza para destalonar	2700 – 3200 kg
Max. revoluciones	6.5 U/min
Peso Máquina	540 kg
Dimensiones (L x W x H)	1770x1500x1300 mm
Motor	1.5Kw, 400V/3 Phses, 50-60 Hz

Tabla 14 Desmontadora de llantas PROMAXX 9260

#### 6.3.4 Balanceadora de llantas

Una vez las llantas han sido reparadas se realiza el balanceo con la finalidad de asegurar el ajuste del neumático a la llanta y evitar así desequilibrios entre ambos, con el equilibrado de neumáticos se consigue evitar las vibraciones en el volante y la dirección. Para esta tarea, el taller está equipado con la balanceadora GEODYNA 980L. La cual, permite conocer de cuanto es el desequilibrio y así corregirlo a través de contrapesos de plomo. Se muestra en la siguiente ilustración y tabla:





Ilustración 16 Balanceadora de llantas GEODYNA 980L

**Power:**

Power Supply	115/120V AC, 0.3 kW, 50/60 Hz, 1 ph
Power consumption	2.0 A
Power Supply	200/240V AC, 0.3 kW, 50/60 Hz, 1 ph
Power consumption	1.0 A
Motor rating	0.25 kW
Mains fuses	2x IEC 127 T5A
Protection class	IP23

**Measurements:**

Measuring time	< 20 s
Measuring speed	< 100 rpm
Offset	0-340 mm
Resolution:	(see Product Requirements table)

**Wheel dimensions:**

Max. width	650 mm
Max. diameter	1300 mm
Max. weight	250 Kg
Rim width	76-510mm / 2-20"
Rim diameter:	205-635mm / 8-30"

**Shaft and cones:**

Stub shaft diameter	40 mm
Light truck, cone	122 - 174 mm
Light truck, cone HNA	113 - 170 mm

**Dimensions:**

Weight	255 kg
Shipping weight	285 kg
Dimensions (hxdxw)	1920x1370x1390 mm
Shipping dimensions	1470x1100x1280 mm

**Miscellaneous:**

Noise level	<70 db(A)
-------------	-----------

Tabla 15 Ficha técnica balanceadora de llantas GEODYNA 980L

### 6.3.5 Marcadora de llantas

El marcado de llantas en el ADF se ejecuta con la finalidad de llevar un control sistematizado de los movimientos realizados: prevenir cambios no autorizados, reducir gastos, evitar accidentes e identificar si las llantas que traen sus camiones fueron montadas en el taller. A diario se marcan alrededor de 6 llantas en el taller, Trabaja aproximadamente 9 horas diarias ya que se conecta durante toda la jornada laboral del área de llantas.

El grabado que imprime la marcadora contiene: El número del equipo, las iniciales de la compañía (CCN) y un consecutivo.

Según manual este equipo cuenta con una rapidez de calentamiento de 1,000W en 10 min máximos con un consumo de 3.8 Amperios, con esto el operario acorta el tiempo de trabajo en el marcaje. Tiene una facilidad de lectura al tener tanto sus letras como sus números el tamaño de 1", en el cabezal de bronce incluye insertos los números del 0 al 9 y en la frontal del marcador acepta hasta 3 letras las cuales se fijan al marcador con un sistema de tornillos-Anclaje. (Victor Morales, 2014)

Esto se muestra en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 17 Marcador eléctrico ELRICK

MARCA	MODELO	VOLTAJE	LETRAS	COMPLEMENTOS
ELRICK	32A	220V	1"	INCLUYE ALARGADOR

Tabla 16 Datos técnicos de marcador eléctrico ELRICK

El procedimiento operación para marcar llantas es:

1. Conectar el equipo a una fuente de CA monofásica de 110 a 120V ca.
2. Esperar de 15 a 20 minutos para que el equipo adquiera la temperatura adecuada

3. Seleccionar el numero deseado y presionar sobre la llanta.
4. Se debe asegurar que el marcador eléctrico esté conectado.

Al terminar de marcar desconecte el equipo si este no va a usarse por un periodo de 30 min.

#### 6.4 Área de soldadura

Para las operaciones de soldadura en los camastros, rastras y equipos en general, ADF utiliza 6 soldadores (según sea el requerimiento), 1 cortador plasma, 6 esmeriladoras y 3 taladros. Estos son utilizados para reparaciones como: quebraduras en travesaños, rupturas en vigas y columnas de camastros, soldadura de chasis, etc. que surgen debido a la operación a la que son sometidos los equipos del grupo CCN, al momento que distribuyen los diversos productos en los distintos puntos del país.

Para realizar estas operaciones se cuentan con los siguientes equipos:

EQUIPO	CANTIDAD
Máquina para soldar MIG INFRA MM261	2
Máquina para soldar INFRA MI 2 350	3
Máquina para soldar MIGMASTER 280 PRO	1
Cortador de plasma VICTOR CUTMASTER 102	1
Esmeriladora angular 4 1/2 PLG DEWALT	4
Esmeriladora angular 9 PLG DEWALT	2
Taladro eléctrico 1/2" DEWALT DW 235G	2
Taladro eléctrico 1/2" BOSCH GSB 20-2 RE	1

*Tabla 17 Equipos en área de soldadura*

#### **Máquina de soldar MIG INFRA MM261**

Este soldador cuenta con la habilidad de soldar con Soldadura de micro alambre (GMAW) (Gas Metal Arc Welding) (Soldadura por arco metálico con gas) diámetro: 0.6 a 1.2 mm (0.023" a 0.045") con transferencia de corto circuito. En acero inoxidable, diámetro: 0.6 a 0.9 mm (0.023" a 0.035"). Tubular con núcleo de fundente (FCAW) Diámetro: 0.8 a 1.2 mm (0.030" a 0.045"). Aluminio en diámetros de: 0.9 y 1.3 mm (0.035" y 0.052"), está diseñado para trabajos industriales y el tipo de alimentación que soporta el equipo es a 220/440V. (Grupo Infra)

Se puede observar el soldador en la próxima ilustración y tabla:



Ilustración 18 Soldador MIG INFRA MM261

Salida nominal 60% ciclo de trabajo	Salida continua, 100% ciclo de trabajo	Rango de corriente	Voltaje máximo de circuito abierto	Corriente de entrada a salida nominal 60 Hz.	Peso	Dimensiones
250 A @ 27 V. CD	190 A @ 26 V.	30 a 250 Amp CD	42 V, CD	220V 440V KW 52 A 26 A 10.3	Neto: 120 kg. Emb: 123 kg.	Alto: 974 mm. Ancho: 362 mm. Largo: 965 mm.

Tabla 18 Ficha técnica soldador MIG INFRA MM261

### Máquina para soldar INFRA MI 2 350

Esta máquina de soldar cuenta con la habilidad de soldar con electrodo revestido (SMAW) (Shielded metal arc welding) (Soldadura por arco de metal blindado) en diámetros desde 1.6 hasta 6.4 mm (1/16" a 1/4") E6010, E6011, E6013, E7018, E7024 y electrodos especiales como son: aluminio, hierro colado y acero inoxidable en diámetros desde 1.6 hasta 6.4 mm (1/16" a 1/4"), está diseñada para trabajos industriales ligeros y el tipo de voltaje al que se puede instalar el equipo es a 220/440 V. (Grupo Infra)

Se puede observar el soldador en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 19 Soldador INFRA MI 2350

Salida nominal 30% ciclo de trabajo	Salida continua 100% ciclo de trabajo	Rango de corriente	Voltaje máximo de circuito abierto	Corriente de entrada a salida nominal 60 Hz.	Peso	Dimensiones
250 A @ 30 V, CD	175 A @ 25 V, CD	Bajo: 25 a 150 A, CA Alto: 90 a 300 A, CA Bajo: 25 a 150 A, CD Alto: 85 a 300 A, CD	75 V, CA 64 V, CD	<b>220 V</b> <b>440 V</b> <b>Kw</b> 84 A   42 A   12	Neto: 138 kg. Emb: 140 kg.	Alto: 534 mm.* Ancho: 483 mm. Largo: 705 mm. Con rodajas 686 mm

Tabla 19 Ficha técnica soldador INFRA MI 2350

### Máquina para soldar MIGMASTER 280 PRO

El soldador MIIGMASTER está equipado con medidor digital V/A con la característica de retención este equipo cuenta con un arranque lento con alimentación gradual de alambre para arranques supremos, adicional la velocidad de alimentación del alambre es ajustable lo cual genera un mayor confort al momento de soldar, también podemos contar con la versatilidad de poder instalarlo a una tensión de 208/230 V a 50/60 Hz. (ESAB AB)

Se puede observar el soldador en la próxima ilustración y tabla:



Ilustración 20 Soldador MIGMASTER 280 PRO

	<b>Migmaster® 280 Pro</b>
<b>Voltage</b>	208/230V, 1~ 50/60Hz
<b>Current A</b> at 100% duty cycle	40/36
at 60% duty cycle	57/51
<b>Cable area AWG</b>	3x6
<b>Fuse slow A</b>	50

Tabla 20 Ficha técnica soldador MIGMASTER 280 PRO

### **Cortador plasma VICTOR CUTMASTER 102 de 100 A**

El Cutmaster 102, pesa 28.1 kg. y proporciona 100 amperios de potencia de corte. El diseño compacto y bajo peso de esta unidad en combinación con selección de voltaje múltiple hace que la máquina de corte sea la más portátil y potente disponible. Esta unidad combinada con la antorcha 1Torch® tiene una capacidad máxima de corte de 1.3/4" (45 mm). El equipo trabaja en una corriente trifásica de 380V. (Shope, s.f.)

Se puede observar el cortador plasma en la próxima ilustración y tabla:



Ilustración 21 Cortador plasma Víctor CUTMASTER 102

PRESIÓN DE AIRE	4.8 BAR
CAPACIDAD DE CORTE	25-45 MM
POTENCIA	1200 KW
CICLO DE TRABAJO	100A A 40%
RANGO DE AMPERAJE	100 A
DIMENSIONES	381X305X610 MM
MARCA	THERMAL DYNAMICS
VOLTAJE	208/230 - 460 VOLT 1/3 FASES 50/60 HZ. / 400 VOLT 3 FACES 50 HZ. / 600 VOLT 3 FACES 50/60 HZ
PESO	28.1 KG

Tabla 21 Ficha técnica Cortador Plasma VICTOR CUTMASTER 102

### -Equipos auxiliares de soldadura

Entre los equipos auxiliares en el área de soldadura podemos encontrar esmeriladoras y taladros los cuales sirven para realizar trabajos de menor envergadura o preparar el área que se debe soldar a continuación, los enumeramos:

#### **ESMERILADORA ANGULAR 4 1/2 PLG**

Mini esmeriladora de 4 1/2 pulgadas con potente motor de 900 W de 12.000 RPM proporciona un rendimiento superior. Ergonómico y de tamaño compacto, provee



mayor comodidad al usuario durante el trabajo, cuenta con un sistema mejorado de expulsión de polvo. (Cochez, 2020)

Se puede observar la esmeriladora en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 22 Esmeriladora angular 4 ½"

Watts 120V	900 W
Velocidad Sin Carga	12,000 rpm
Traba del eje	Sí
Cable	2.5 Mts.
Guarda	Sin llave
Diámetro del Disco	4-1/2" (113mm)
Caja de engranes	Esbelta
Peso	1.7Kg.

Tabla 22 Ficha técnica esmeriladora angular 4 ½"

### Esmeriladora angular 9 PLG

La esmeriladora angular DEWALT de 9 pulgada de 2000W de potencia llega a obtener una velocidad de 6500 RPM pesa 4.6 KG permite cortar, lijar, afilar, pulir, dar forma y rectificar materiales como metal, madera, y plástico. Su motor con recubrimiento para protegerlo le brinda solidez garantizada y una vida más larga. Permite ajustes rápidos y fáciles para realizar los distintos trabajos. El mango lateral tiene la función de realizar aplicaciones de desbaste y corte. (Home Depot, 2021)

Se puede observar esta esmeriladora en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 23 Esmeriladora angular 9"

Watts 120V	2700 W
Velocidad Sin Carga	6,500 rpm
Sistema extractor de polvo	Sí
Posiciones del mango anitvibración	3
Interruptor con Bloqueo de Encendido	Sí
Traba del eje	Sí
Cable	2.5 Mts.
Guarda de ajuste rápido	Sin llave
Diámetro del Disco	9"
Peso	5.5 kg.

Tabla 23 Ficha técnica esmeriladora angular 9"

### Taladro DEWALT DW235G 1/2"

“El taladro DW235G 1/2 "VSR está construido con engranajes de acero de corte helicoidal y acero tratado térmicamente para una larga vida útil y durabilidad. La empuñadura de goma y el gatillo de dos dedos brindan comodidad y control.” (DEWALT, 2021)

Se puede observar el taladro en la siguiente ilustración y tabla:



Ilustración 24 Taladro 1/2" DW235G

ESPECIFICACIONES	
Amperaje	8.5 amp
Watts	600 Watts de salida
Max RPM	0-850 rpm
Tipo de Broquero	1/2"
Capacidad en Acero	1/2"
Capacidad en Madera	1 1/2"
Peso	1.9 kg
Incluye	Mango 360°/ Llave de Broquero.

Tabla 24 Ficha técnica taladro 1/2" DW235G

### Taladro BOSCH GSB 20-2 RE

“Rotomartillo Taladro Reversible 1/2" de BOSCH Modelo GSB 20-2 RE / 06011A21G0, 800 W, Velocidad Variable. Heavy duty. Realmente industrial.” (BOSCH, 2017)

Se puede observar el taladro en la próxima ilustración y tabla:



Ilustración 25 Taladro 1/2" BOSCH GSB-20-2 RE

## Datos técnicos

### Datos adicionales

Potencia absorbida	800 W
Peso	2,5 kg
Par de giro nominal	5,2 / 2,0 Nm
Capacidad mín./máx. de sujeción del portabrocas	1,5 – 13 mm
Velocidad de giro en vacío, 1. <sup>a</sup> velocidad	0 – 1.100 rpm
Velocidad de giro en vacío, 2. <sup>a</sup> velocidad	3.000 rpm
Potencia útil	420 W

Tabla 25 Ficha técnica Taladro 1/2" BOSCH GSB-20-2 RE

## 6.5 Equipos ofimática

Para la programación y entrada al taller de los equipos se utilizan diversos aparatos de consumo eléctrico, entre ellos podemos encontrar 16 laptops en la planta baja, y 15 laptops en la planta alta, 12 plantas telefónicas y 10 radio comunicadores, los cuales son utilizadas para la operación y comunicación diaria con el área operativa, a continuación, el detalle de las laptops de oficina y demás aparatos de consumo energético:

Laptops primera planta				
Marca	Modelo	Capacidad instalada (Wh)	Cantidad (UNI)	Total Capacidad instalada (kWh)
Lenovo	E560	48	12	0.58
Lenovo	E570	36	4	0.14
Total				0.72

Tabla 26 Laptops Primera Planta

Adicional, en el según piso del ADF se encuentra el departamento de seguridad e higiene ocupacional, y el departamento de Ambiente, los cuales también utilizan aparatos de consumo eléctrico. A continuación, detalle:

Laptops segunda planta				
Marca	Modelo	Capacidad instalada (Wh)	Cantidad (UNI)	Total Capacidad instalada (kWh)
Lenovo	E560	48	15	0.72
Total				0.72

Tabla 27 Laptops Segunda Planta

Radios comunicadores:

Marca	Modelo	Cantidad	Capacidad instalada kWh
Motoral	EP450s	10	0.176
Total			1.76

Tabla 28 Radio comunicadores

Impresoras:

Marca	Modelo	Cantidad	Capacidad instalada (kWh)
HP	LASER JET 600 M603	2	0.021
Total			0.042

Tabla 29 Impresoras

Pensando en el bienestar y ergonomía de sus colaboradores CCN ha dispuesto de aparatos tales como Microondas, cafeteras, Refrigeradores y Oasis que hacen que la estadía del trabajador sea más cómoda, estos son utilizados en los desayunos para el calentamiento de los alimentos, elaboración de café en los horarios de oficina, entre otros equipos de consumo eléctrico, dentro de los cuales se encuentran:

	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Capacidad instalada en (kWh)</b>	<b>Capacidad instalada Total (kWh)</b>
<b><u>Refrigeradores</u></b>	GLACIAL	EVGL-120-5	1	2.86	5.53
	IMBERA	VR08 C BMAD	1	2.67	
<b><u>Oasis</u></b>	IMBERA	FQF153MBIW	9	1.2	10.8
<b><u>Microondas</u></b>	Whirlpool	MWF-421BL	1	1	1
<b><u>Cafeteras</u></b>	PREMIER	CM-6679	2	1.09	2.18
				<b>Total</b>	<b>19.51</b>

*Tabla 30 Electrodomésticos*

## **6.6 Iluminación**

El sistema eléctrico del taller para la iluminación de las diferentes áreas está diseñado de manera seccionada, evitando desperdicios energéticos innecesarios en el área de trabajo, el taller utiliza lámparas incandescentes marca philips modelo E54 de 54W y 4650 lux con 46 pulgadas de longitud en el área operativa, en las áreas de oficina se utilizan lámparas incandescentes E18 de 18W y 1800 lux con 46" de longitud, en el exterior del edificio se encuentran instaladas 11 lámparas LED AccuLite STENA EW2A0784KUNBZ de 80W.

El diseño del sistema de iluminación abarca todas las áreas operativas, de las cuales podemos hacer puntual referencia a las lámparas del centro del taller que son controladas a través de sensores lumínicos, de movimientos y horario a diferencia del resto de áreas que se controlan por interruptores.

En la nave principal del área operativa están instaladas 148 lámparas de 2 tubos (436 tubos) y 35 lámparas de 6 tubos (210 Tubos), estas se encuentran a 5.5 metros sobre el piso.

En el área administrativa de ADF y en las oficinas de Higiene y Seguridad Ocupacional se ocupan un total de 71 lámparas de un tubo dando un total de 71 tubos.

Los modelos de lámparas usados en el área interna de ADF son:

- 1- Philips T5 HO
- 2- MASTER TL-D Super 80 18W/840 1SL/25

A continuación, se presentan especificaciones importantes de las lámparas:

<b>Tipo de Tubo</b>	<b>Fluorescente</b>	<b>Fluorescente</b>
<b>Modelo</b>	MASTER TL-D Super 80 18W/840 1SL/25	Philips T5 HO
<b>Marca</b>	Philips	Philips
<b>Forma</b>	T8	T5
<b>Tipo de base</b>	G13	G5
<b>Potencia (W)</b>	18	54.1
<b>Luces (lm)</b>	1350	4200
<b>Temperatura del color (K)</b>	4000	6500
<b>Longitud de bombilla (mm)</b>	600	1200
<b>Balastro</b>	Si	Si
<b>Tiempo de vida</b>	15000	30000 h

*Tabla 31 Lámparas al interior de ADF*

En el exterior del edificio se encuentran lámparas que solo iluminan durante las noches y al tener que iluminar en total oscuridad y áreas amplias se utilizan lámparas para este trabajo de exteriores, el modelo de la lampara es AccuLite STENA EW2A0784KUNBZ con las siguientes especificaciones:

<b>Tipo de lampara</b>	<b>LED</b>
<b>Modelo</b>	AccuLite STENA EW2A0784KUNBZ
<b>Marca</b>	AccuLite
<b>Potencia (W)</b>	80
<b>lúmenes (lm)</b>	8300
<b>Temperatura de color (K)</b>	4000

*Tabla 32 lámparas al exterior de ADF*

Toda la información expresada en los párrafos anteriores se resume a continuación:



Modelo por área	Total (Tubos)	Consumo unitario (Watts)	Capacidad instalada (kW)
<b>AccuLite STENA EW2A0784KUNBZ</b>			
Exterior	11	80	0.88
<b>Total AccuLite STENA EW2A0784KUNBZ</b>	<b>11</b>	<b>80</b>	<b>0.88</b>
<b>E18</b>			
Acceso a la segunda planta	4	18	0.072
Cuarto de paneles	1	18	0.018
Cuarto de telecomunicaciones	2	18	0.036
Oficina (planta alta)	32	18	0.576
Oficina (planta baja)	32	18	0.576
<b>Total E18</b>	<b>71</b>	<b>90</b>	<b>1.278</b>
<b>E54</b>			
Bodega	68	54	3.672
Compresor	8	54	0.432
Rastras	32	54	1.728
Soldadura	32	54	1.728
Taller (Lado Norte)	56	54	3.024
Taller (Lado Sur)	210	54	11.34
Vulcanización	30	54	1.62
<b>Total E54</b>	<b>436</b>	<b>378</b>	<b>23.544</b>
<b>Total general</b>	<b>518</b>	<b>548</b>	<b>25.702</b>

Tabla 33 Distribución de lámparas actuales en ADF

## 7. Análisis de la situación actual de la empresa

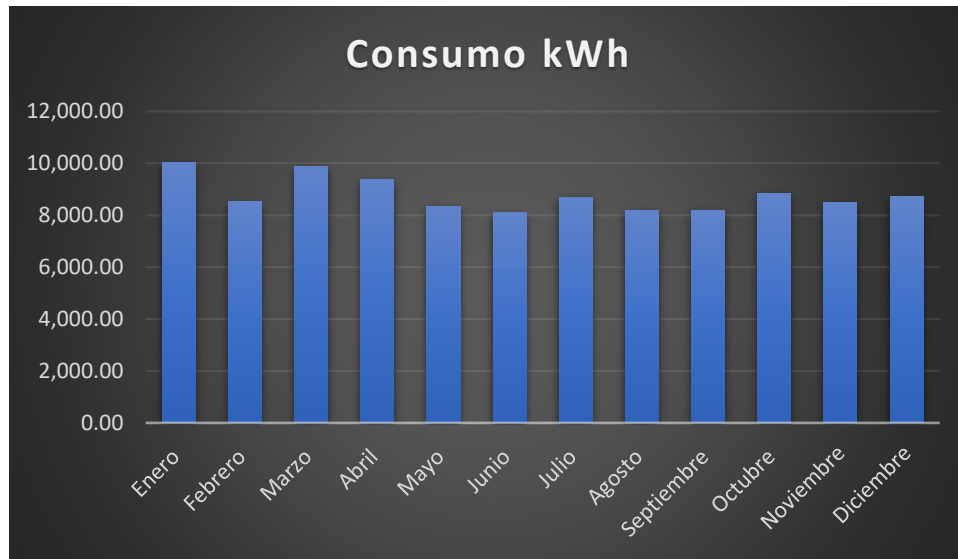
Como se hizo mención en el capítulo anterior, donde se planteaban las cantidades exactas de los equipos de cada área de trabajo, en este nuevo capítulo se detallarán técnicamente el estado físico actual de los equipos, los datos planteados en este capítulo fueron proporcionados por el supervisor del departamento eléctrico y a través de nuestras observaciones y mediciones técnicas. También se estará planteando las facturaciones del consumo eléctrico durante el **periodo 2020** y el comportamiento del consumo energético durante este tiempo.

El ADF se alimenta de un circuito trifásico de 480V ( $\Delta$ ) (480 ( $\Delta$ ) / 220V trifásico y 110V monofásico), parte de la energía que circula en este circuito proviene de los paneles solares instalados en el área del parqueo administrativo (a como se mencionó en los antecedentes) y en el Centro de Distribución (CEDIS), y otra parte se la suministra la subestación portezuelo a una tarifa de 143.22 \$/MWH de consumo de energía, esta subestación no hace un cobro por demanda de energía.

Se presenta el consumo anual de ADF durante el año 2020:

Meses	Consumo (kWh)	Días	Costo
Enero	10,015.36	31.00	C\$50,204.00
Febrero	8,531.04	28.00	C\$42,763.54
Marzo	9,885.00	31.00	C\$49,550.54
Abril	9,364.00	30.00	C\$46,938.92
Mayo	8,349.00	31.00	C\$41,851.03
Junio	8,101.00	30.00	C\$40,607.88
Julio	8,695.91	31.00	C\$43,589.99
Agosto	8,195.09	31.00	C\$41,079.53
Septiembre	8,204.00	30.00	C\$41,124.19
Octubre	8,843.00	31.00	C\$44,327.31
Noviembre	8,483.00	30.00	C\$42,522.73
Diciembre	8,718.00	31.00	C\$43,700.72
Totales	105,384.40	365.00	C\$528,260.38

Tabla 34 Consumo y costo de ADF durante el año 2020



*Grafica 1 Consumos de ADF en el año 2020*

De la gráfica anterior se puede hacer las siguientes observaciones:

- En junio es el mes de menor consumo que representa 7.69% del total anual ya que ha mediado del año se presenta un punto de inflexión en el consumo de los productos ofertados por la empresa por lo cual el consumo energético en ADF es menor.
- En Enero es el mayor consumo que representa 9.5% del total anual ya que es la temporada más alta del taller, en este mes se presenta la mayor cantidad de reparaciones a la flota ya que vienen de una temporada alta que presento en la distribución en meses anteriores por el cierre de año.
- En el mes de marzo se presenta el segundo consumo más alta del año (9.38% del total anual) debido a la preparación de la flota para su operatividad en la semana santa que fue del 5 al 11 de abril.
- En promedio mensualmente se consumen 8,782.03 kWh en ADF que son 8.33% mensualmente.
- Durante el año 2020 se consumieron 105,384.40 kWh.

## 7.1 Climatización

Se analizará de manera general en cada una de las oficinas para comprobar que los equipos instalados no sean subutilizados o sobreexplotados. Las mediciones realizadas se pueden observar en la Tabla 46 Mediciones de aires acondicionados, Anexos página 1.

El área resultante en metros cuadrados, la multiplicas por 600 si es ambiente residencial, o por 800 si es ambiente comercial, que sería la cantidad de BTU/h necesarias por metro cuadrado en una habitación estándar de 2,4 metros de altura. (AIRE ACONDICIONADO TOTAL, 2021)

Con este dato se evaluará el factor de carga de cada uno de los aires acondicionados instalados en ADF con el objetivo de verificar que el área donde están instalados sea acorde a los modelos utilizados, para esto se hará uso de la Ecuación 7 Factor de Carga, entonces da como resultado la siguiente tabla:

Espacio	Área m <sup>2</sup>	BTU/h necesarios (aproximados)	Modelo AC	BTU/h instalados	Factor de carga
Oficina almacén	13.14	10513	CS-S18PKV	17700	59%
Oficinas Planta Baja	43.15	34523	CS-S12PKV (2), CS-S9PKV	31040	111%
Jefe Gestión Empresarial	7.74	6192	CS-S12PKV	11000	56%
Gerente de Calidad y Gestión Empresarial	10.63	8505	CS-S18PKV	17700	48%
Sala de Conferencia ADF	11.94	9548	CS-S24PKV	20500	47%
Oficina Gestión Empresarial	39.25	31396	CS-S18PKV (3)	53100	59%
Sala de conferencia Gestión Empresarial	8.10	6480	CS-S9PKV	9040	72%
Oficina jefe ADF	7.60	6076	CS-S12PKV	11000	55%
Recepción	16.41	13125	CS-S24PKV	20500	64%
Cuarto de telecomunicaciones	3.432	2745.6	CS-S9PKV	9040	30%
Cuarto eléctrico	4.056	3244.8	CS-S9PKV	9040	36%

Tabla 35 Distribución de equipos de climatización y su factor de carga (Actual)

Se resaltan en verde los factores de cargas donde los aires acondicionados están dentro del rango aceptable de este mismo factor, se puede observar que tenemos 2 áreas en que estos equipos están siendo subutilizados o 1 área donde se sobreexplotan los equipos instalados, por lo que se debe de analizar al menor costo posible la instalación de los aires acondicionados.

Una posible solución a este problema y la más tentativa sería reubicar los equipos para que tengan un factor de carga aceptable y se consiga el objetivo con el mínimo de inversión.

Espacio	BTU/h necesarios (aproximados)	Modelo AC	BTU/h instalados	Factor de carga
Oficina almacén	10512.5	CS-S18PKV	17700	59.4%
Oficinas Planta Baja	34523.125	CS-S18PKV, CS-S24PKV, CS-S12PKV	49200	70.2%
Jefe Gestión Empresarial	6192	CS-S12PKV	11000	56.3%
Gerente de Calidad y Gestión Empresarial	8505	CS-S12PKV	11000	77.3%
Sala de Conferencia ADF	9548	CS-S18PKV	17700	53.9%
Oficina Gestión Empresarial	31396	CS-S18PKV (2), CS-S12PKV	46400	67.7%
Sala de conferencia Gestión Empresarial	6480	CS-S9PKV	9040	71.7%
Oficina jefe ADF	6076	CS-S9PKV	9040	67.2%
Recepción	13125	CS-S24PKV	20500	64.0%
Cuarto de telecomunicaciones	2745.6	CS-S9PKV	9040	30%
Cuarto eléctrico	3244.8	CS-S9PKV	9040	36%

*Tabla 36 Distribución de equipos de climatización y su factor de carga (Propuesta)*

Con esta redistribución es posible permanecer dentro del rango aceptable para el factor de carga, a excepción del cuarto de telecomunicaciones y cuarto eléctrico pero esto debido a que en el simple calculo por áreas no se toma en cuenta casos especiales como el de estos cuartos donde se tienen paso de cables con altos

niveles de corriente por lo cual no es posible utilizar el cálculo de carga térmica por áreas, el movimiento de los equipos se explicará de manera escrita para obtener este resultado.

La oficina de almacén, la oficina del jefe de gestión empresarial, la sala de conferencia de gestión empresarial y la recepción mantendrán sus equipos tal y como están.

La oficina de gestión empresarial que cuenta con 3 equipos CS-S18PKV cederá uno de ellos a la sala de conferencias ADF, la sala de conferencias ADF cederá su equipo CS-S24PKV a las oficinas de planta baja, mientras tanto las oficinas de la planta baja le dará uno de sus equipos CS-S12PKV a la oficina de gestión empresarial y el equipo CS-S9PKV ira a la oficina jefe ADF, esta cederá su unidad a la oficina del gerente de calidad y gestión empresarial, por ultimo esta oficina le dará su equipo a las oficinas de la planta baja.

Los movimientos antes expuestos se muestran de una manera más clara en la siguiente tabla:

Área	Antes	Después
<b>Oficina de Gestion Empresarial</b>	CS-S18PKV	CS-S18PKV
	CS-S18PKV	CS-S18PKV
	CS-S18PKV	CS-S12PKV
<b>Sala de conferencias ADF</b>	CS-S24PKV	CS-S18PKV
<b>Oficinas de planta baja</b>	CS-S12PKV	CS-S12PKV
	CS-S12PKV	CS-S18PKV
	CS-S9PKV	CS-S24PKV
<b>Oficina Jefe ADF</b>	CS-S12PKV	CS-S9PKV
<b>Oficina Gerente de Calidad y Gestion Empresarial</b>	CS-S18PKV	CS-S12PKV

*Tabla 37 Movimientos de Unidades de Climatización*

## 7.2 Motores y equipos de área operativa

En el área de taller podemos encontrar alrededor de 11 motores monofásicos, 2 en las plataformas elevadoras, 1 en la desmontadora de llantas, 1 en la balanceadora de llantas, 1 en la alineadora y 6 en el sistema de abre y cierre de las cortinas metálicas, Estos motores nunca han sido rebobinados puesto que son relativamente nuevos y también por las buenas prácticas de la empresa que exigen su debido mantenimiento, lo que conlleva al aumento de la vida útil del mismo. Se consultó al supervisor de soldadura y tercerizados sobre el tema de rebobinado de motores y se confirmó que todos los equipos están asegurados y en caso de presentar fallas estos son reparados por dealers autorizados por las marcas. Esto nos lleva a la conclusión de que están trabajando en óptimas condiciones. En la siguiente tabla se mostrará a manera de resumen los equipos y sus datos según ficha técnica del área:

Equipo	kW	Voltaje (V)	Corriente (A)	Tipo
Elevadora SPOA10 # 1	1.5	208-230	17	Monofásico
Elevadora SPOA10 # 2	1.5	208-230	17	Monofásico
Alineadora SM14	1.5	208-230	17	Monofásico
Desmontadora de llantas	1.5	400	3.75	Trifásico
Balanceadora de llantas	0.3	115-120 / 200-240	2/1	Monofásico
Marcador de llantas	1	120/240	3.8	Monofásico
Cortina metálica	330	120	2.80	Monofásico

*Tabla 38 Resumen datos de tabla de motores y equipos de área operativa*

Por medio de un amperímetro y con los motores trabajando a plena carga, se tomaron las mediciones necesarias, encontrando los siguientes resultados los cuales se compararán con los valores de sus respectivas fichas técnicas:

Equipo	Voltaje (V) real	Corriente (A) real	Corriente (A) teórico	Diferencia (%)
Elevadora SPOA10 # 1	220	30.4	17	79%
Elevadora SPOA10 # 2	220	30.4	17	79%
Alineadora SM14	220	29.7	17	75%
Desmontadora de llantas	380	3.9	3.75	4%
Balaceadora de llantas	220	1.3	1	30%
Marcador de llantas	220	4.4	3.8	16%
Cortina metálica	120	3.1	2.80	11%

*Tabla 39 Comparación de datos teóricos con datos medidos de motores y quipos en el área operativa*

Se aclara que, en el caso de las cortinas metálicas, la empresa solo permitió medir una de ellas para no interrumpir demasiado a los colaboradores de la empresa.

En la tabla se observa que las elevadoras y la alineadora tienen un consumo demasiado grande respecto a sus datos de fichas, seguido de la desmontadora de llantas, esto significa que algo está ocasionando un exceso de consumo energético y se debe realizar las debidas medidas para llegar a la razón del porque existe este exceso de consumo, se descarta que sea por balineras en mal estado porque en ese caso se escucharía un ruido similar a un chillido o un ruido anormal en la maquinaria.

### **7.3 Sistema de aire comprimido**

Se determino que en ADF el sistema de aire comprimido representa uno de los mayores consumos energéticos con una participación estimada del 27% con respecto al consumo promedio mensual, para realizar el análisis de consumo, el departamento eléctrico de CCN facilito un analizador de redes el cual fue instalado durante 30.5 horas al compresor, teniendo un consumo promedio de **81 kWh por día**, lo que se traduce a un estimado de C\$ 425.25 córdobas diarios, y unos C\$12,757.5 córdobas al mes, el compresor instalado en ADF es un KAESER SIGMA AS20 de 20 HP y está controlado a través de un sistema PLC, para producir aire comprimido que se utiliza en las operaciones del taller, tales como:

- Accionamiento de pistolas impacto.
- Funcionamiento de sistema de alimentación de aceite.

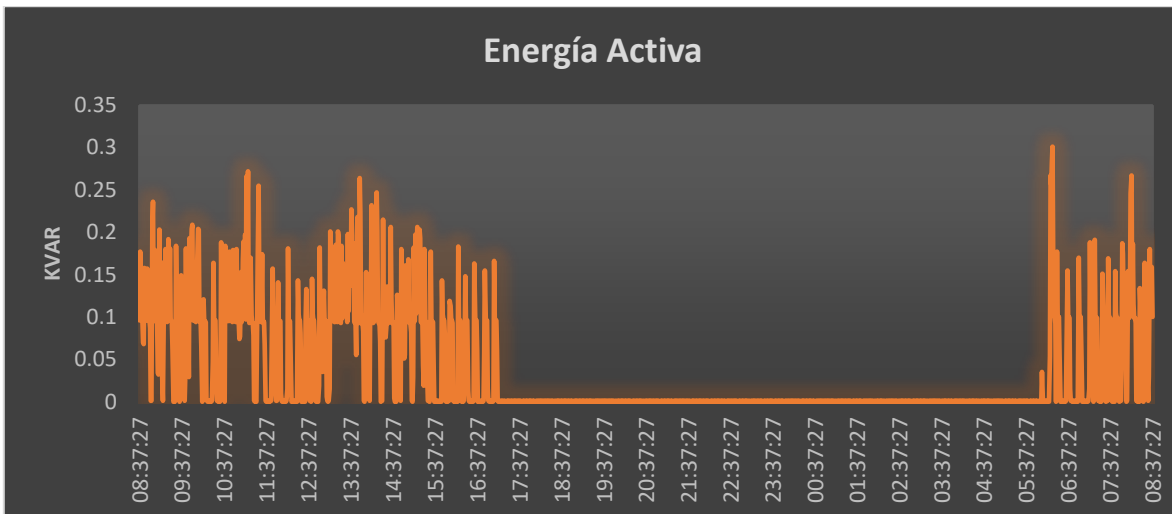


- Para cortar laminas metálicas con el cortador plasma.
- Para el uso de pistolas de aerosol en el taller de pintura.
- Llenado de aire para las llantas de la flota.
- Sopleteado de elementos de máquinas.

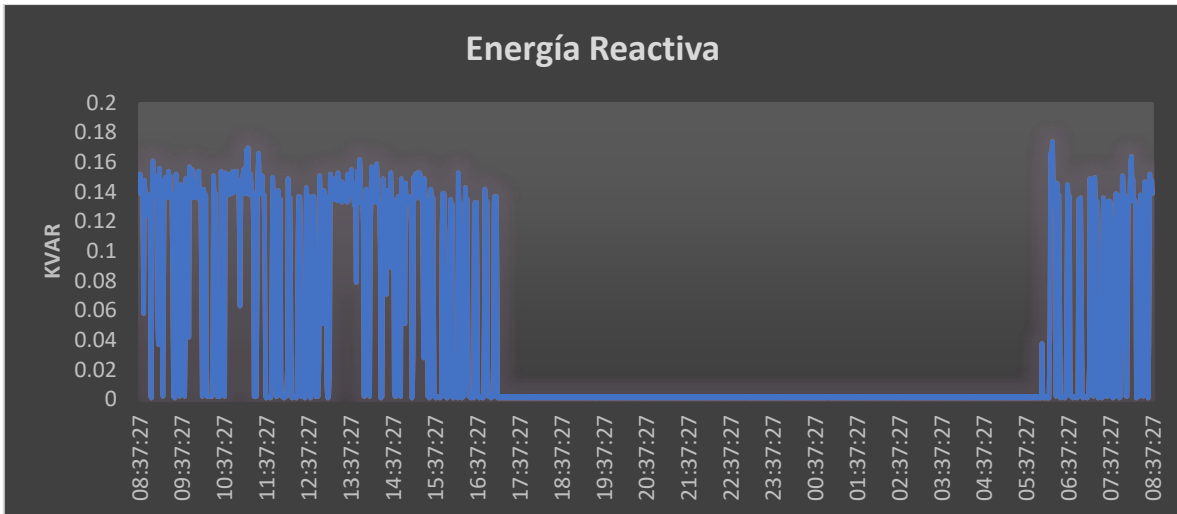
### 7.3.1 Análisis de mediciones realizadas con equipo analizador de redes FLUKE 438-II

La empresa CCN facilitó a través del departamento de energética un equipo analizador de redes FLUKE 438-II con el cual se analiza el tentativo mayor consumidor de ADF, el compresor de aire anteriormente mencionado.

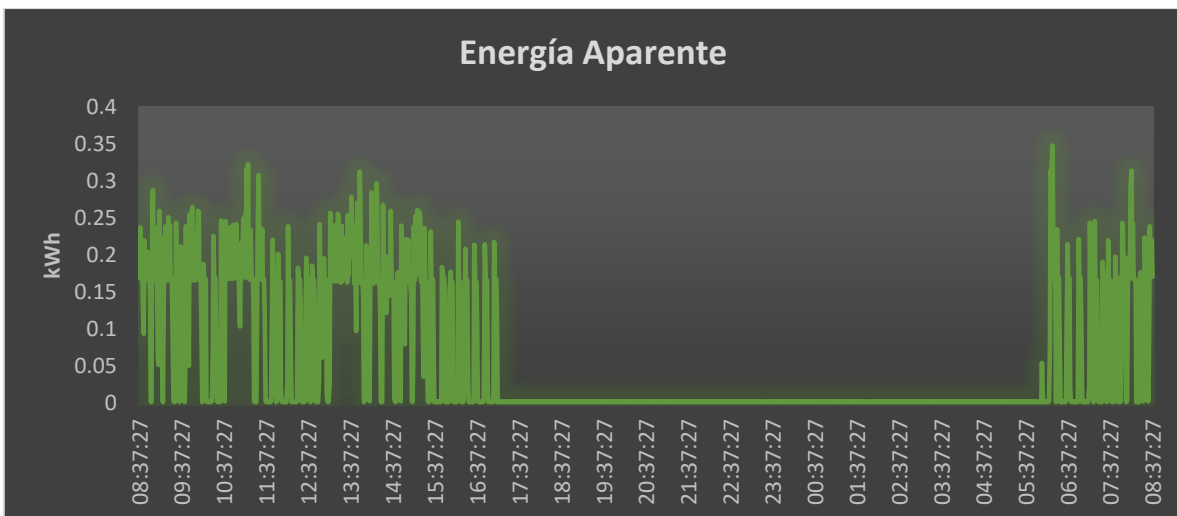
Este compresor está conectado a el panel principal a 480 ( $\Delta$ ) /277 V, donde fue conectado el analizador de redes un día completo desde las 8:37 a.m. del 14 de enero hasta las 8:37 a.m. del 15 de enero del año en curso obteniendo así las siguientes graficas de energía:



Grafica 2 Energía Activa del Compresor



*Grafica 3 Energía Reactiva del Compresor*



*Grafica 4 Energía Aparente del Compresor*

Se puede notar en las gráficas de energía y los datos proporcionados del analizador de redes lo siguiente:

- El momento de mayor consumo de energía esta al inicio de su jornada laboral ya que debe llenar el tanque pulmón hasta el valor nominal de presión estipulado (125 psi).
- El consumo de energía reactiva es mayor que el de la energía activa lo cual nos indica que el compresor no está operando de manera correcta, además que claramente su factor de potencia promedio total está por debajo del 50%.
- Los paros del compresor son muy irregulares entre 4 a 20 minutos

- Los arranques del compresor son muy a menudo entre 5 a 10 min después de cada paro.
- Según el analizador, la eficiencia del compresor es de 60%, y según las tablas de Kaeser esta debería de ser entre 88% y 90%.

### **7.3.2 Análisis energético Optima-Kaeser**

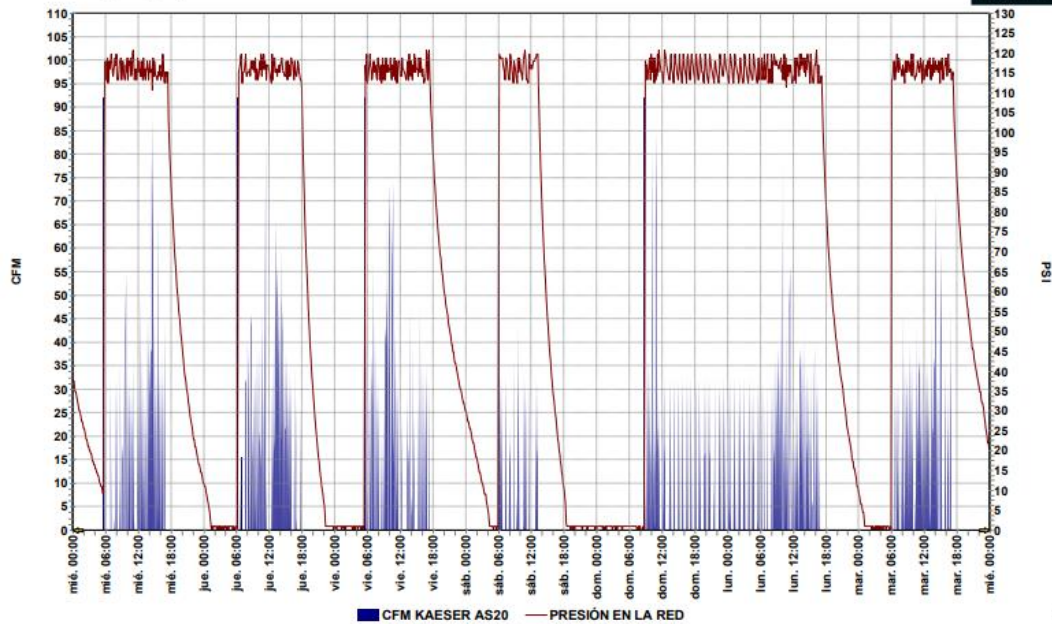
Dados a que estos datos no están dentro del margen de operación normal para este equipo, se presentó esta información con el dealer autorizado de Kaeser en Nicaragua que es Optima, quienes secundaron la idea de que algo raro estaba pasando con el compresor por lo cual decidieron brindar a la empresa una auditoria en el sistema de aire comprimido basados en ISO 11011 para auditorias de sistema de aire comprimido. Dicha auditoria seria acompañada de la mano del equipo que presento los resultados del analizador (Equipo monográfico).

Se realizaron mediciones desde el miércoles 7 de Julio hasta el martes 13 de Julio del año 2021. Se puede ver graficas de cada día a nivel de detalles en Anexos en la página 3 hasta en la página 9.

En este periodo de tiempo se realizaron mediciones de presión, entrega de aire y consumo de energía y presión día a día. Para realizar estas mediciones se instalaron varios equipos como data logger, kilovatímetros trifásicos, transductores de presión.

Al instalar estos equipos se obtuvieron graficas, como la siguiente, el detalle de cada día se presenta en los anexos.

## Flujo y presión durante una semana de medición



Grafica 5 Flujo de presión durante una semana de medición

Con toda esta información se puede ver más a detalle algunos parámetros importantes como la presión en la red, entrega de aire del compresor, consumo eléctrico del compresor, y energía específica que se encuentra en los anexos del documento.

De toda esta información se pueden hacer las siguientes observaciones:

- La presión de aire en el sistema es bastante regular en sus horas de trabajo
- La presión de aire en el sistema cae drásticamente al terminar la jornada laboral lo que puede ser ocasionado por fugas o por algún equipo que se deja toda la noche con la válvula abierta.
- A como mostraron los resultados con el analizador de redes se puede observar una vez más que el número de arranques es excesivo lo cual aumenta el consumo de energía.
- El compresor se encuentra al 11% de carga, lo cual es excesivamente bajo.
- Según la norma ISO 11011 la energía específica deberá estar en el rango de 0.17 – 0.20 kW/CFM, actualmente el compresor se encuentra en un promedio de 0.3883 kW/CFM lo cual demuestra la ineficiencia del equipo.

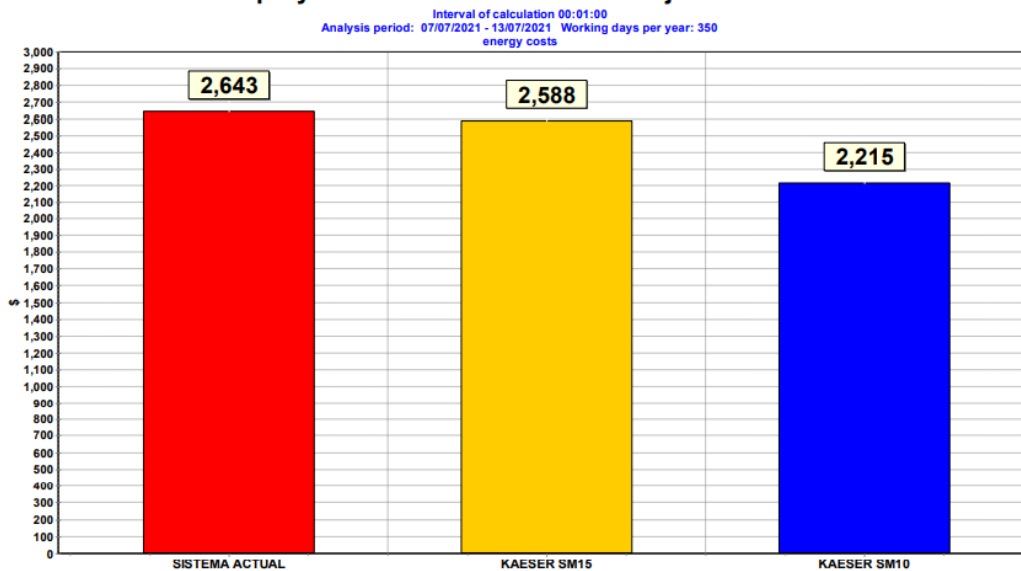
- Cada día después de la jornada laboral, se puede apreciar la caída de presión en el sistema, esto es debido a fugas o por un equipo que se dejó con la válvula abierta, esta pérdida de aire se anularía si se cierra la válvula de pase de aire en el cuarto de compresor.

Se proyectaron los datos a 50 semanas al año de trabajo a 0.15 \$/kW con otros compresores para determinar el ahorro que se puede obtener utilizando un compresor de menor capacidad.

Los datos muestran lo siguiente:

### Costos Energéticos

Semana de medición proyectada a 50 semanas de trabajo anuales



Grafica 6 Proyección de costos energéticos del sistema de aire comprimido

Entonces:

CON: 24 HR/DIA, 350 DIAS/AÑO, \$0.15/KWH

EQUIPOS: CONCEPTOS:	SISTEMA ACTUAL	KAESER SM15	KAESER SM10
ELECTRICIDAD	\$2,643	\$2,588	\$2,215
AHORRO	-	<u>\$55</u>	<u>\$427</u>
AHORRO DE KW	-	0.04	0.34
% DE AHORRO	-	<u>2.08%</u>	<u>16.17%</u>
COSTO 1,000 CF	\$0.9706	\$0.9846	\$0.8642
KW/CFM	0.3883	0.3989	0.3492

Tabla 40 Resumen de proyección de compresores del sistema de aire comprimido

Según la empresa que llevo a cabo el ADA (Análisis de Demanda de Aire) se recomienda cambiar a un compresor Kaeser SM10, con esto se lograra ahorrar 16.17% en costos operativos, lo cual representa de \$427 anuales y una reducción del 10% en la energía específica del compresor.

Se cotizo el compresor al dealer autorizado en nicaragua (Optima), el cual tiene un costo de \$12,341.80, considerando el ahorro anual que se va a obtener por la sustitución de este compresor por el actual de \$427/año, la inversión se recupera en 28.9 años, existen otros factores que influyen en la toma de decisión de cambiar o no el compresor, tales son el factor de carga, factor de potencia, energía específica, actualmente en 11%, 63.53% y 0.3883 kW/CFM respectivamente lo cual muestra la condición ineficiente de trabajo a la que opera el compresor lo cual atenta al daño prematuro de la unidad compresora (Tornillo), dado a que no está trabajando en las condiciones de diseño.

Actualmente para la operación se utilizan acoples rápidos Eaton de la Serie 3000, que a como se puede ver en la Tabla 10 Características de acoplamiento de desconexión rápida de cierre de pasador de intercambio (Página 35). El flujo al que está diseñado este acople no es acorde a la demanda de CFM del taller, por lo tanto, es necesario cambiar el acople pero a como se puede observar en sus características, la serie 3000 de diámetro de ¼" no está diseñada para soportar más de 24 CFM, por lo que existe el problema de que estos acoples rápidos se dañan

regularmente, para mitigar el problema una posible solución es el cambio de diámetro del acopladores a una serie con mayor capacidad como es la 4000.

## 7.4 Iluminación

Como se expresó anteriormente, la capacidad instalada de ADF en cuanto a sistema de iluminación se refiere es de 29.54 KW, lo cual es demasiado alto si hacemos la comparación con otros usos energéticos del edificio, por lo que es un área a la cual hay que atacar en cuanto a mejoras tanto en ahorro energético y en la cual también puede haber mejoras en su eficiencia.

Los tubos fluorescentes instalados en el interior de ADF representan un gran consumo para todo el edificio ya que, por la gran cantidad de luminarias que están instaladas, hacen un consumo bastante considerable para el lugar, por eso se pondrán en evaluación.

Se estudiará la opción de poder usar tubos LED en lugar de los tubos fluorescentes.

Para los tubos fluorescentes de oficinas de 1200 mm de largo y 18W, que actualmente utilizan balastro debido a los tubos fluorescentes que se ocupan hoy en día, se investigó y se buscó un tubo LED que lo sustituya, los datos de ambos tubos se presentan para poder hacer la comparación.

Tipo de Tubo	Fluorescente	LED
<b>Modelo</b>	MASTER TL-D Super 80 18W/840 1SL/25	7T8/MAS/24-840/IF11/P/DIM 10/1
<b>Marca</b>	Philips	Philips
<b>Forma</b>	T8	T8
<b>Tipo de base</b>	G13	G13
<b>Potencia (W)</b>	18	7
<b>Luces (lm)</b>	1350	1200
<b>Temperatura del color (K)</b>	4000	4000
<b>Longitud de bombilla (mm)</b>	600	600
<b>Balastro</b>	Si	Si
<b>Tiempo de vida</b>	15000	70000
<b>Eficiencia lumínica lm/W</b>	75	164

*Tabla 41 Comparación tubo fluorescente vs LED oficinas*

Por lo que se puede observar, el tubo LED cumple los requisitos para sustituir al tubo fluorescente dentro de las oficinas ya que son de la misma medida (tanto de largo como diámetro), la base del tubo es la misma, el consumo de energía es mucho menor y también el tiempo de vida excede 4 veces el del tubo fluorescente.



Para las lámparas instaladas en el resto del edificio (taller, vulcanización, pintura, etc.) se realizó el mismo procedimiento por lo que se presentan los datos de la lámpara que se utiliza actualmente y un remplazo de una lámpara LED.

Tipo de Tubo	Fluorescente	LED
<b>Modelo</b>	Philips T5 HO	Philips MASTER LED tube InstantFit T5
<b>Marca</b>	Philips	Philips
<b>Forma</b>	T5	T5
<b>Tipo de base</b>	G5	G5
<b>Potencia (W)</b>	54.1	26
<b>Luces (lm)</b>	4200	3900
<b>Temperatura del color (K)</b>	6500	6500
<b>Longitud de bombilla (mm)</b>	1200	1200
<b>Balastro</b>	Si	Si
<b>Tiempo de vida</b>	30000	60000
<b>Eficiencia lumínica lm/W</b>	77	150

Tabla 42 Comparativa tubo fluorescente vs LED área operativa

Se puede observar que también cumple con los requerimientos necesarios para sustituir los tubos fluorescentes ya que es del mismo tamaño (largo y diámetro), la misma forma de la base, puede trabajar con el balastro ya instalado y el tiempo de vida es el doble del fluorescente.

Además de esta información se debe de tomar en cuenta el tiempo de vida (horas de uso) que tienen las lámparas fluorescentes en el edificio, en el caso de las lámparas de oficina el tiempo estimado de uso desde el año 2014 es el siguiente:

$$t_{uso} = 7 \text{ años} \times [(52 * 5) - 11] \text{ días/año} * 9 \text{ horas/día} = 15,687 \text{ horas}$$

Lo cual excede por mucho su tiempo de vida nominal.

Ahora el tiempo estimado de uso de las lámparas del área operativa es el siguiente:

$$t_{uso} = 7 \text{ años} \times \left\{ [(52 * 6) - 11] \text{ días/año} * 3 \text{ horas/día} \right\} = 6,825 \text{ horas}$$

A como se puede apreciar el tiempo de uso de las lámparas de oficina ya han sobrepasado por mucho su tiempo de vida.

En ambos casos las lámparas LED emiten menor cantidad de lúmenes que las fluorescentes, esta diferencia no es significativa debido a que la diferencia de lúmenes menos que genera la lámpara LED es pequeña, y ya que la lámpara nueva tiene un mejor aro de luz (ya que no ilumina hacia el techo) se aprovechan de mejor manera los lúmenes que la lámpara entrega.

## 7.5 Área de soldadura

En el capítulo anterior se mencionó los equipos del área de soldadura y las cantidades de cada uno, ahora se revisarán sus datos de placa de todos estos a manera de resumen en la siguiente tabla:

Equipo	Potencia (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Tipo
MIG INFRA MM261	10.3	220/440	52/26	Monofásico
INFRA MI2350	12	220/440	84/42	Monofásico
MIGMASTER 280 PRO	9.2	208/230	40	Monofásico
VICTOR CUTMASTER 102	1200	400	100	Trifásico
Esmeriladora angular 4 ½"	0.9	120	7.5	Monofásico
Esmeriladora angular 9"	2.7	120	22.5	Monofásico
Taladro 1/2" DW235G	0.6	120	8.6	Monofásico
Taladro 1/2" BOSCH GSB-20-2 RE	0.8	120	6.67	Monofásico

Tabla 43 Resumen datos técnicos equipos de soldadura

Los datos de las mediciones realizadas en la empresa se encuentran en la Tabla 47 Mediciones de equipos de soldadura, página 2.

En el caso del área de soldadura no se pueden evaluar los equipos comparando sus datos nominales con los reales, ya que debido al trabajo que se debe de hacer y el electrodo que se utilizará para dicho trabajo, se debe de regular la corriente en el selector del soldador, así que en esta área solo se revisará los equipos que no tengan esta característica los cuales serían los equipos auxiliares.

Equipo	Voltaje (V) real	Corriente (A) real	Corriente (A) teórico	Diferencia (%)
Esmeriladora angular 4 ½"	110	10	7.5	33%
Esmeriladora angular 9"	110	27.6	22.5	23%
Taladro 1/2" DW235G	110	8.5	8.6	-1%
Taladro 1/2" BOSCH GSB-20-2 RE	110	6.7	6.67	0%

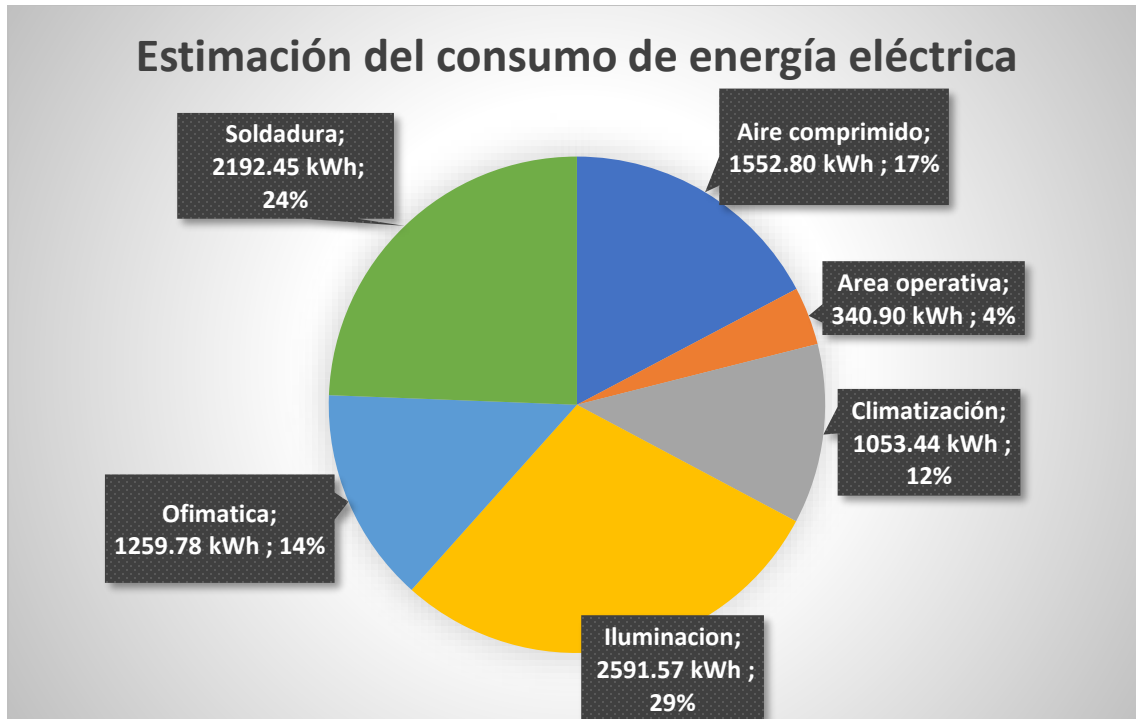
Tabla 44 Comparación datos técnicos equipos de soldadura

En términos generales se puede notar que los taladros muestran mediciones casi idénticas a los datos de sus fichas técnicas, en cambio las esmeriladoras no están en óptimas condiciones, esto probablemente sea debido a que el equipo tenga demasiadas horas de uso continuo debido a la demanda del taller, lo que ocasiona

un aumento en la temperatura del equipo, aumentando así el consumo requerido para poder operar.

## 7.6 Estimación del consumo de energía eléctrica.

Con los datos de las mediciones tomadas en las instalaciones y un estimado de tiempo de utilización de cada equipo, se crea el siguiente gráfico:



*Grafica 7 Estimación del consumo de energía eléctrica*

Se puede observar claramente que las áreas de mayor consumo actualmente son iluminación y soldadura, presentándose de manera clara que el consumo de energía en iluminación es preocupante ya que es el mayor de todos.

## 7.7 Opciones de mejora

### 1. Cambio de lámparas en área operativa

**Caso base:** Actualmente en ADF se utilizan para el área operativa 148 lámparas con 436 tubos fluorescentes de 54W de marca philips, estas se utilizan un promedio de 3 horas al día. La capacidad instalada es de 23.84 kW (considerando los balastos).

**Propuesta:** Se plantea realizar cambio de tubos fluorescentes por tubos LED, dichos tubos LED tienen un consumo de 26W, lo cual representa una disminución de 52.4% en el capacidad instalada en el edificio de dichas luminarias.

#### **Inversión:**

$$Inversion = 500 Tubos * 70\$/100Tubos = \$350$$

En el área operativa se utilizan 436 tubos pero el precio que se encontró es de \$70 por cada 100 tubos, lo que obliga a comprar más de los requeridos.

#### **Beneficio económico**

$$Ahorro (KW) = Consumo Fluorecente - Consumo LED$$

$$Ahorro = \frac{1 KW}{1000W} * 436 tubos * (54.1W + (2W * 0.97)) - (26W)$$

Se toma que los balastos consumen 2W para operar y un factor de potencia del 97%.

$$Ahorro (KW) = \frac{1 KW}{1000W} * 436 tubos * 29.92W = 13.05KW$$

Entonces el ahorro monetario por día es:

$$Ahorro(\$ / día) = 13.05KW * 3h * 143.2 \frac{\$}{MWh} * \frac{1MWh}{1000KWh} = 5.60 \$ / día$$

Por último, el tiempo de recuperación será:

$$Tiempo de recuperaci3n = \frac{350\$}{5.60 \$ / día} \cong 62.5 días laborales$$

Estos días deben ser días son días laborales, entonces:

$$\text{Tiempo de recuperación} = 62 \text{ días} * \frac{1 \text{ semana}}{5 \text{ días}} * \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ semanas}} \cong 3.12 \text{ meses}$$

### **Beneficio ambiental**

Por motivos de menor consumo de energía eléctrica la huella de carbono se reduce logrando llegar a una reducción de 2,818.80 Kg de CO2 emitido al año al ambiente.

### **2. Cambio lámparas en oficinas**

**Caso base:** En el área oficinas del taller hay un total de 71 lámparas con 71 tubos fluorescentes de 18W marca Philips, estas lámparas se utilizan los 9 horas laborales del día. La capacidad instalada actualmente es de 1.42kW (considerando los balastos).

**Propuesta:** Se propone realizar el cambio de tubos fluorescentes a tubos LED de 7W, esto representara una disminución en la capacidad instada de un 65% en dichas luminarias.

### **Inversión:**

En las oficinas se utilizan 71 tubos fluorescente que pueden sustituirse por tubos LED, se investigó el precio de estos tubos LED es de \$7.8 por unidad, entonces:

$$\text{Inversion} = 71 \text{ Tubos} * 7.8\$/\text{Tubo} = \$553.80$$

### **Beneficio monetario:**

$$\text{Ahorro (KW)} = \text{Consumo Fluorecente} - \text{Consumo LED}$$

$$\text{Ahorro (KW)} = \frac{1KW}{1000 W} * 71 \text{ tubos} * [(18W + (2W * 0.97)) - 7W]$$

$$\text{Ahorro (KW)} = \frac{1KW}{1000 W} * 71 \text{ tubos} * (12.94W) = 0.92KW$$

$$\text{Ahorro}(\$/\text{día}) = 0.92KW * 9.5h * 143.2 \frac{\$}{MWh} * \frac{1MWh}{1000KW h} = 1.25 \$/\text{día}$$

Este ahorro es por día por lo que se puede prevenir que es una excelente inversión, pero lo que determinara esto es el tiempo de recuperación, este tiempo se calcula de diferentes formas, en este caso ya que el ahorro es continuo en cada día laboral, se calculará de forma simple dividiendo la inversión con el ahorro diario, esto será:

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{553.80 \$}{1.25 \$/\text{día}} \cong 443 \text{ días laborales}$$

Como se acaba de aclarar el ahorro se presenta en días laborales (Cuando las luces se mantienen encendidas) por lo que en un mes de cuatro semanas en el que se labora 5 días a la semana, el tiempo de recuperación por mes es:

$$\text{Tiempo de recuperación} = 443 \text{ días} * \frac{1 \text{ semana}}{5 \text{ días}} * \frac{1 \text{ mes}}{4 \text{ semanas}} \cong 22 \text{ meses}$$

Lo cual es un poco menos de 2 años, para CCN el tiempo límite para que una inversión sea aceptable es de cinco años, por lo que esta recomendación es perfectamente viable.

### **Beneficio ambiental**

Por motivos de menor consumo de energía eléctrica la huella de carbono se reduce logrando llegar a una reducción de 524.4 Kg de CO2 emitido mensualmente al ambiente.

### **3. Sustitución de compresor**

**Caso base:** Actualmente el compresor Kaeser AS20 se encuentra al 11% de carga, factor de potencia del 63.53% y energía específica de 0.3883 kW/CFM lo cual no es algo positivo para los parámetros que está diseñado este compresor.

**Propuesta:** Se recomienda conveniente realizar el cambio del compresor actual una vez que haya terminado su vida útil por uno de menor capacidad que supla la demanda del taller a como es el compresor Kaeser SM10 el cual podrá operar en mejores condiciones de trabajo.

**Inversión:** Para realizar la compra del compresor con filtro extracoalescente se debe de invertir la cantidad de \$12,341.80.



**Beneficio económico:** Una vez se haya realizado el cambio de compresor se estima un ahorro de \$427 anuales respecto al compresor actual.

#### **Beneficio ambiental**

Por motivos de menor consumo de energía eléctrica la huella de carbono se reduce logrando llegar a una reducción de 590.63 Kg de CO2 anuales emitido al ambiente.

#### **4. Revisión periódica del sistema de distribución de aire comprimido**

**Caso base:** Actualmente se encuentran numerosas fugas en las tuberías y carretes de distribución de aire, las cuales son reportadas de una manera no muy eficaz debido a que no existe una revisión programada como tal, sino que hasta que un técnico identifica una fuga en su zona de trabajo se procede a repararla.

**Propuesta:** Se recomienda una revisión periódica de la tubería del sistema de aire comprimido para mitigar fugas de aire.

**Inversión:** La implementación de esta propuesta exige la inversión principal de tiempo para que un técnico o supervisor realice el rol de inspección semanal.

**Beneficio económico:** En instalaciones descuidadas las pérdidas por fugas pueden ser del 20% al 30% y es común encontrar valores del 10% en cualquier sistema de aire comprimido. Un sistema bien mantenido puede reducir las fugas al 5% o menos. (CPML, 2002)

En base a los estudios de CPML, se pueden mitigar las fugas hasta tener una pérdida de un 5% del aire. A como se pudo observar en las Grafica 5 Flujo de presión durante una semana de medición la presión del tanque cae totalmente al cabo de unas horas debido a fugas en el sistema, así que se puede considerar que las tuberías del sistema de aire comprimido son descuidadas, por lo que tienen alrededor de 20% de pérdida de aire del sistema, si se logra reducir 15% de las fugas, también disminuiría un 15% del trabajo del compresor, esto en términos monetarios son \$524.88 anuales.

#### **Beneficio ambiental**

Por motivos de menor consumo de energía eléctrica la huella de carbono se reduce logrando llegar a una reducción de 874.8 Kg de CO2 emitido anualmente al ambiente.

## **8. Conclusiones**

- Se concluye que los diversos instrumentos de medición para determinar la demanda y consumo de diferentes equipos del taller, entre ellos: multímetro, analizador de redes FLUKE 438-2, data logger, kilo vatímetro, transductor de presión y opto acoplador para carga y vacío se lograron mediciones puntuales precisas y confiables que ayudaron al análisis energético del taller.
- En base a las mediciones puntuales, confiables y precisas obtenidas se analizó la demanda y el consumo de los equipos de ADF, con esto se plantearon diversas propuestas para mejorar la eficiencia en el consumo energético del taller a los jefes y gerentes del área.
- Con base al análisis energético realizado en la empresa y a la fiabilidad de éstas, se puede llegar a ahorrar más de 24,117.33 kW/año o 2,339.80 \$/año que representa una disminución 16% del consumo total anual del edificio, obtener una disminución en la huella de carbono de 6029.33 Kg de CO<sub>2</sub>, y una mejora de eficiencia de producción de aire comprimido del 10%.

## **9. Recomendaciones**

1. Realizar un inventario de los equipos de aire acondicionado en el edificio para identificar los de mayor potencia, consumo y uso, con el análisis presentado se recomienda realizar reordenamiento según demanda de cada área. Con esta acción se pretende aumentar la eficiencia y la vida útil de los equipos de aire acondicionado.
2. Solicitar Revisión o cambio de los sensores de movimiento de las luminarias ya que estos se encienden en horarios innecesarios, ocasionando que las luminarias se enciendan y consuman energía en momentos que no los ameritan.
3. Se recomienda la buena práctica de cerrar la válvula de pase de aire del tanque pulmón hacia la tubería de distribución de aire comprimido todos los días al finalizar la jornada laboral, para evitar la descarga del mismo por fugas en las tuberías en el sistema, esta medida puede llegar a ahorrar hasta \$524.88 anuales.
4. Respecto a los centros de carga, se recomienda rotular adecuadamente los paneles además de que cambiar breaker de 50 A, por uno de 100 A en las zonas en las que se conecta el cortador plasma.
5. Ejecutar mantenimiento a los motores de las elevadoras ya que estos consumen hasta 79% más de lo que muestran las fichas técnicas.
6. Realizar cambio de acoplamientos de desconexión rápida a serie 4000 y niple 1/4" A 3/8" macho x macho, con el objetivo de mitigar las fugas de aire del sistema de aire comprimido.
7. Evitar el sobrecalentamiento de los equipos secundarios de soldadura haciendo rotación de los equipos preferiblemente cada hora.

### 10. Cronograma de actividades

N° de actividad	Actividades	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Elaboración del protocolo	■	■	■	■																																																								
2	Aprobación del protocolo							■	■																																																				
3	Censo de equipos									■																																																			
4	Mediciones de equipos									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																				
5	Recopilación de datos																					■	■																																						
6	Análisis de facturación																									■																																			
7	Análisis energético de los equipos																																																												
8	Elaboración de propuestas de mejoras																																																												
9	Elaboración de documento																																																												
10	Entrega del documento																																																												
11	Revisión del jurado																																																												
12	Correcciones y entrega final																																																												

Tabla 45 Cronograma de actividades

## 11. Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de <https://illustrationprize.com/es/180-three-phase-wattmeter.html>
- AIRE ACONDICIONADO TOTAL. (2021). *Aire acondicionado Total*. Obtenido de <https://aireacondicionadototal.com/como-calcular-un-aire-acondicionado/>
- Álvarez, J. A. (24 de febrero de 2020). *asifunciona*. Obtenido de [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_factor\\_potencia/ke\\_factor\\_potencia\\_5.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_5.htm)
- Angela. (4 de Agosto de 2018). *Rastreator*. Obtenido de <https://www.rastreator.com/tarifas-energia/guias/entender-el-recibo-de-la-luz.aspx>
- Anónimo. (28 de Mayo de 2019). *Preciogas*. Obtenido de <https://preciogas.com/faq/factura-luz/tarifa-electrica>
- Anónimo. (s.f.). *abc-pack*. Obtenido de <https://www.abc-pack.com/enciclopedia/maquinas-etiquetadoras-2/>
- Anónimo. (s.f.). *Construible*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Confort\\_Térmico](https://www.construmatica.com/construpedia/Confort_Térmico)
- Anónimo. (s.f.). *Ecured*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Compresores>
- Anónimo. (s.f.). *Ensa*. Obtenido de <https://www.ensa.com.pa/preguntas-frecuentes/medidor/que-es-el-factor-de-carga>
- Ballester, J. C. (26 de Diciembre de 2017). *repositori*. Obtenido de <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/171246/Mo%CC%81dul%20o%2003.%20Auditorias%20energe%CC%81ticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barnils, X. (23 de julio de 2018). *blogespanol*. Obtenido de <https://blogespanol.se.com/gestion-de-la-energiaeficiencia-energetica/2018/07/23/que-parametros-monitorizar-para-lograr-una-mayor-eficiencia-energetica/>

- Beko Technologies . (s.f.). *mundocompresor*. Obtenido de <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/como-funciona-secador-adsorcion>
- Bernal, M. (24 de November de 2015). *prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/kdvur6t6c8hi/sopladores-de-aire-blowers/>
- BOSCH. (2017). *Bosch-Professional*. Obtenido de <https://www.bosch-professional.com/bo/es/products/gsb-20-2-re-06011A21E1>
- Carga. (12 de Marzo de 2017). *Estructurasdecargaelectrica*. Obtenido de <https://estructurasdecargaelectrica.blogspot.com/2017/03/como-hacer-un-censo-general-de-carga.html>
- Carlos, G. J. (20 de Diciembre de 2018). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JeanCarlosGomezAvalos/compresores-126324992>
- Carreras, P. S. (1984). *INSST*. Obtenido de [https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_089.pdf/bb65df44-5894-4e42-a454-328c696b3712](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_089.pdf/bb65df44-5894-4e42-a454-328c696b3712)
- Cochez. (2020). *Cochezycia*. Obtenido de <https://www.cochezycia.com/Esmeril-angular-de-4-1-2inch-900W-DEWALT>
- Concepto definicion.de. (26 de Julio de 2019). *Concepto definicon*. Obtenido de <https://concepto definicion.de/panel-solar/>
- CPML. (2 de Julio de 2002). *Revisión periódica de la tubería del sistema de aire comprimido para mitigar fugas de aire*.
- Delgado, R. (2 de Diciembre de 2015). *Revista digital*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/conexion-arranque-motores-trifasico/>
- DEWALT. (7 de Julio de 2021). *Dewalt*. Obtenido de <https://www.dewalt.com/products/power-tools/drills/drills-and-hammer-drills/12-13mm-vsr-drill/dw235g>

ESAB AB. (s.f.). *Manualzz*. Obtenido de <https://manualzz.com/doc/es/5076012/migmasterr-280-pro---esab-welding-and-cutting-products>

Estela Raffino, M. (13 de 07 de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/corriente-electrica/>

*FinalTest*. (s.f.). Obtenido de <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-4.htm>

G, M. (septiembre de 2008). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/motor/motor-electrico.php>

García Álvarez, J. A. (09 de 2015). *Asi funciona*. Obtenido de [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_voltaje/ke\\_voltaje\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_voltaje/ke_voltaje_1.htm)

Gras, R. S. (s.f.). *Guia envase*. Obtenido de <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wn/Etiquetas%20?Opendocument&lang=>

Gruas y aparejos . (2020). Obtenido de Herramientas de taller: <https://www.gruasyaparejos.com/aparejos/herramientas-de-taller/>

Grupo Infra. (s.f.). *Grupo Infra*. Obtenido de <https://grupoinfra.com/pagina/producto/359/MM-261>

Grupo Infra. (s.f.). *Grupo Infra*. Obtenido de <https://grupoinfra.com/pagina/producto/348/MI-2-350-CA/CD>

Herrera, D. (29 de Mayo de 2012). *danielsoto*. Obtenido de <http://danielsoto-electronicadepotencia.blogspot.com/2012/05/potencia-electrica-en-corriente-alterna.html>

Home Depot. (15 de Julio de 2021). *Home Depot*. Obtenido de <https://www.homedepot.com.mx/herramientas/herramientas-electricas-portatiles/esmeriladoras-y-pulidoras/esmeriladora-9-pulg-2200w-dewalt-871611>



*Illustration Prize*. (s.f.). Obtenido de <https://illustrationprize.com/es/180-three-phase-wattmeter.html>

Illustrationprize. (s.f.). *Illustrationprize*. Obtenido de <https://illustrationprize.com/es/520-load-factor.html>

ing. Donado, A. (18 de Febrero de 2014). *Autosoporte*. Obtenido de Que es un Taller Mecanico : <https://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/298-que-es-un-taller-mecanico>

Ing. I.Guerrero. (8 de Mayo de 2009). *Iguerrero*. Obtenido de <https://iguerrero.wordpress.com/2009/05/08/anteproyectos-de-instal-electricas-3/>

KAESER Compresores, S. (s.f.). *Kaeser*. Obtenido de <https://es.kaeser.com/download.ashx?id=tcm:38-5921>

López., O. (18 de Mayo de 2009). *iguerrero*. Obtenido de <https://iguerrero.wordpress.com/2009/05/18/censo-general-de-cargas/>

Mancilla, J. M. (12 de Febrero de 2009). *Scribd*. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/116451216/Motor-Monofasico-Trifasico>

MAQPOWER. (20 de Julio de 2017). *Maqpower*. Obtenido de <https://www.maqpower.com.mx/tipos-de-compresores-de-aire-industrial-segun-su-aplicacion/>

Mariano. (26 de Marzo de 2012). *tecnologiadelosplasticos*. Obtenido de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/03/inyeccion-soplado.html>

Olivera, J. G. (18 de Mayo de 2017). *Black to green*. Obtenido de <https://www.blacktogreen.com/2017/05/tipos-auditoria-energetica/>

Omega Engineering. (s.f.). *Omega*. Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/transductores-de-presion.html>

- Perez, Galdos. (4 de Noviembre de 2015). Obtenido de maquituls:  
<https://www.maquituls.es/noticias/las-herramientas-basicas-de-tu-garage-a-un-taller-mecanico/>
- QuimiNet. (14 de Diciembre de 2006). *QuimiNet*. Obtenido de  
<https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-chiller-17260.htm>
- R., J. L. (2020). *Como funciona*. Obtenido de <https://como-funciona.co/un-multimetro/>
- Reyes, L. A. (29 de Septiembre de 2016). *ingenieriaelectronica*. Obtenido de  
<https://ingenieriaelectronica.org/mediciones-electricas/>
- Ricardo, E. (22 de Enero de 2018 ). *revista*. Obtenido de  
<https://www.revista.ferrepat.com/ferreteria/que-es-un-polipasto-como-funciona-y-que-tipos-hay/>
- Rontomé, R. (2011). Obtenido de 279motoreselectricos:  
<https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/home/1-1-clasificacion>
- S&P. (12 de Marzo de 2018). *solerpalau*. Obtenido de  
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/auditorias-energeticas/>
- S&P. (12 de Marzo de 2018). *Solerpalau*. Obtenido de  
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/auditorias-energeticas/>
- Sara, D. (03 de Diciembre de 2019). *rotaaldia*. Obtenido de  
<https://rotaaldia.com/art/27252/la-importancia-de-una-buena-desmontadora-de-ruedas>
- Serrano Yuste, P. (19 de 10 de 2016). *Certificadosenergeticos*. Obtenido de  
<https://www.certificadosenergeticos.com/medir-equipos-aparatos-auditorias-energetica-edificios#:~:text=Analizador%20de%20redes%20el%C3%A9ctricas&text=Este%20aparato%20sirve%20para%20medir%20directamente%20o%20bien%20para%20calcular,factor%20de%20potencia%>

Serrato, R. (03 de Octubre de 2019). *BMIMACHINES*. Obtenido de <https://www.bmimachines.com/todo-sobre-las-maquinas-sopladoras-pet/>

Shope. (s.f.). *Shope*. Obtenido de <https://www.shope.com.ar/producto/equipo-de-corte-por-plasma-victor-cutmaster-102/418>

Sinceo2. (7 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.sinceo2.com/una-auditoria-energetica-una-industria/>

Suministros y Manipulados técnicos, S.L. (s.f.). *SMTecnic*. Obtenido de <http://smtecnico.com/tecnologias/embotelladora/>

Todo En Polímeros. (22 de Mayo de 2017). *Todo en polimeros*. Obtenido de <https://todoenpolimeros.com/2017/05/22/extrusion-soplado/>

Victor Morales. (2014). *VictorMorales*. Obtenido de <http://www.victormorales.cl/index.php/product/154-marcador-electrico-elrick-1-pulg-n%C2%BA-del-0-al-9>

VPS TIRE REPAIRS. (s.f.). *vpstirerepairs*. Obtenido de [https://www.vpstiresrepair.com/mm5/merchant.mvc?Screen=PROD&Product\\_Code=EEWB710BW](https://www.vpstiresrepair.com/mm5/merchant.mvc?Screen=PROD&Product_Code=EEWB710BW)

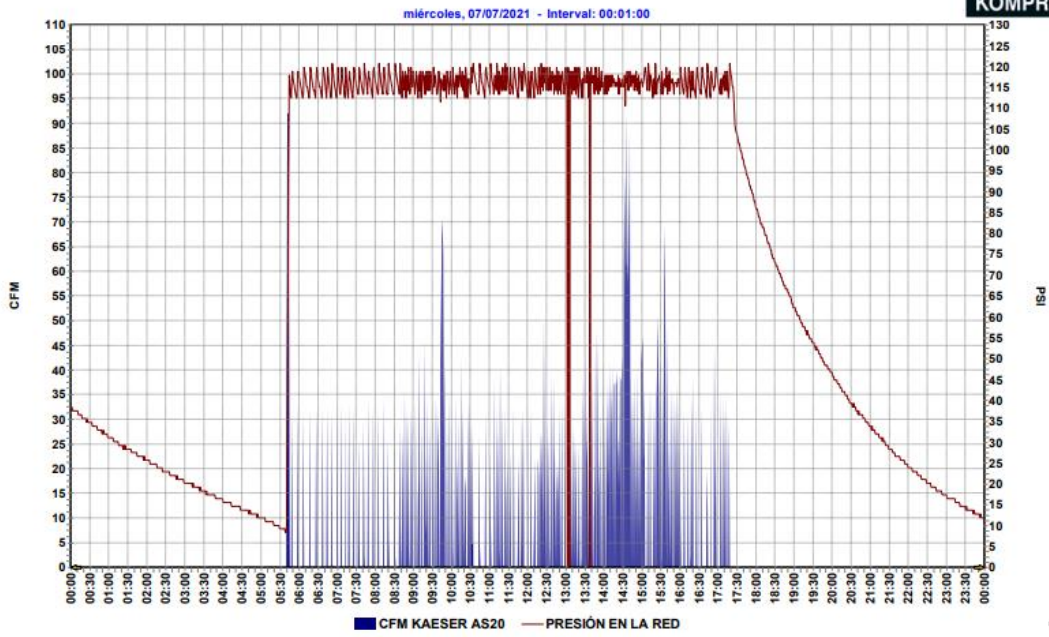
## 12. Anexos

Descripcion	A	V	A (teorico)	V (teorico)	Modelo
Oficina planta baja Este	3.8	220	4.1	220	CS-S12PKV
Cuarto de Telecomunicaciones	2.2	220	3.4	220	CS-S9PKV
Oficina de almacen	7.8	220	6.4	220	CS-S18PKV
Oficina planta baja Noroeste	2.1	220	3.4	220	CS-S9PKV
Cuarto Electrico	2.1	220	3.4	220	CS-S9PKV
Oficina GCSS Sur Oeste	6.8	220	6.4	220	CS-S18PKV
Oficina Gerente GCSS	6.9	220	6.4	220	CS-S18PKV
Oficina GCSS Nor-Oeste	7.4	220	6.4	220	CS-S18PKV
Oficina Jefe de Gestion Empresarial	2.1	220	4.1	220	CS-S12PKV
Jefe de ADF	2.2	220	4.1	220	CS-S12PKV
Oficina GCSS Sur Este	7.1	220	6.4	220	CS-S18PKV
Sala de Conferencias Segundo Nivel	7.3	220	7.7	220	CS-S24PKV
Oficina planta baja Suroeste	4	220	4.1	220	CS-S12PKV
Sala de Reuniones GCSS	3.6	220	3.4	220	CS-S9PKV
Recepcion y Oficina	9.4	220	7.7	220	CS-S24PKV

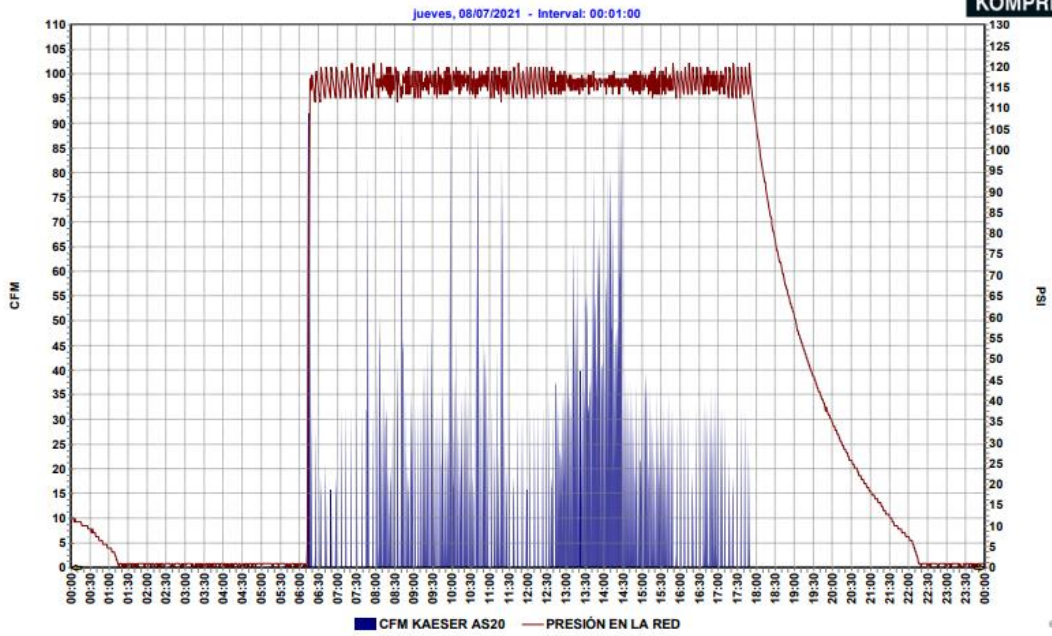
Tabla 46 Mediciones de aires acondicionados

Descripción	A (real)	V (real)	A (teorico)	V (teorico)
Cortador Plasma	88	380	30-100	380
MAQUINA DE SOLDAR MIG INFRA MM261	18.5	220	52/26	220/440
ESMERILADORA ANGULAR 4 1/2 PLG	10	110	10	120
ESMERILADORA ANGULAR 9 PLG	9.2	220	18.4	115
MAQUINA PARA SOLDAR INFRA MI 2 350	36	220	84/42	220/440
MAQUINA PARA SOLDAR MIGMASTER	23	220	53/48	208/230
TALADRO ELECTRICO 1/2 PLG DEWALT	8.5	220	8.5	120
TALADRO ELECTRICO 1/2 PLG BOSH	6.7	220	6.7	125

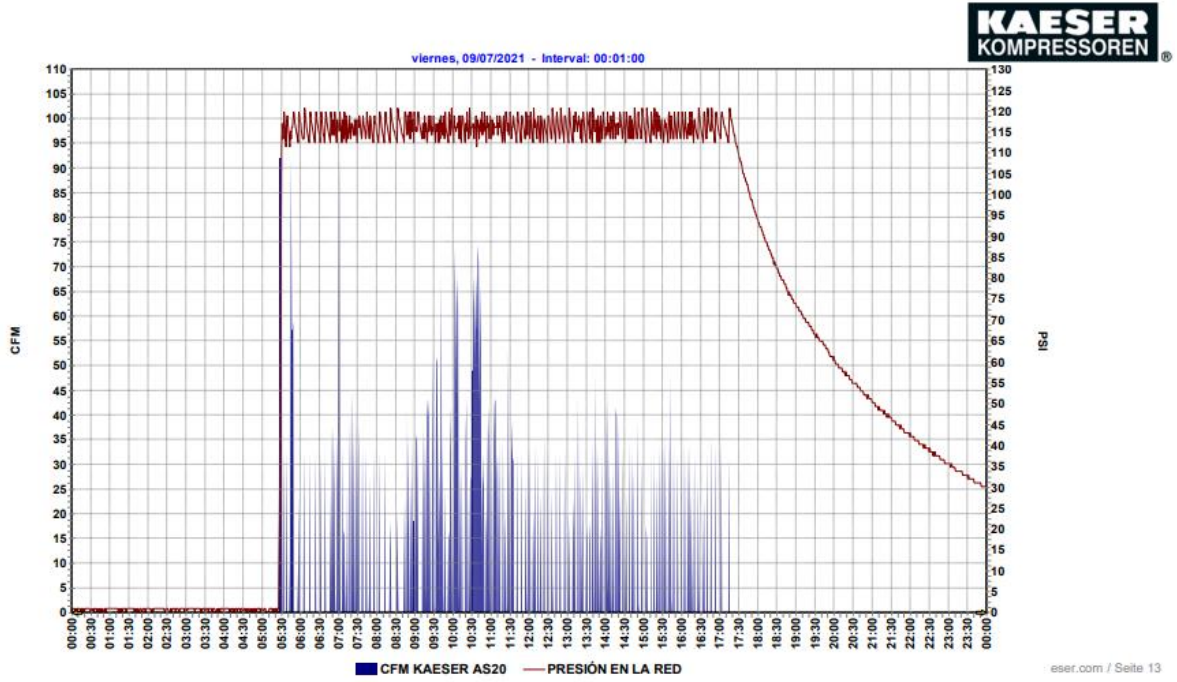
*Tabla 47 Mediciones de equipos de soldadura*



Grafica 8 Flujo y Presión Miércoles 07/07/2021

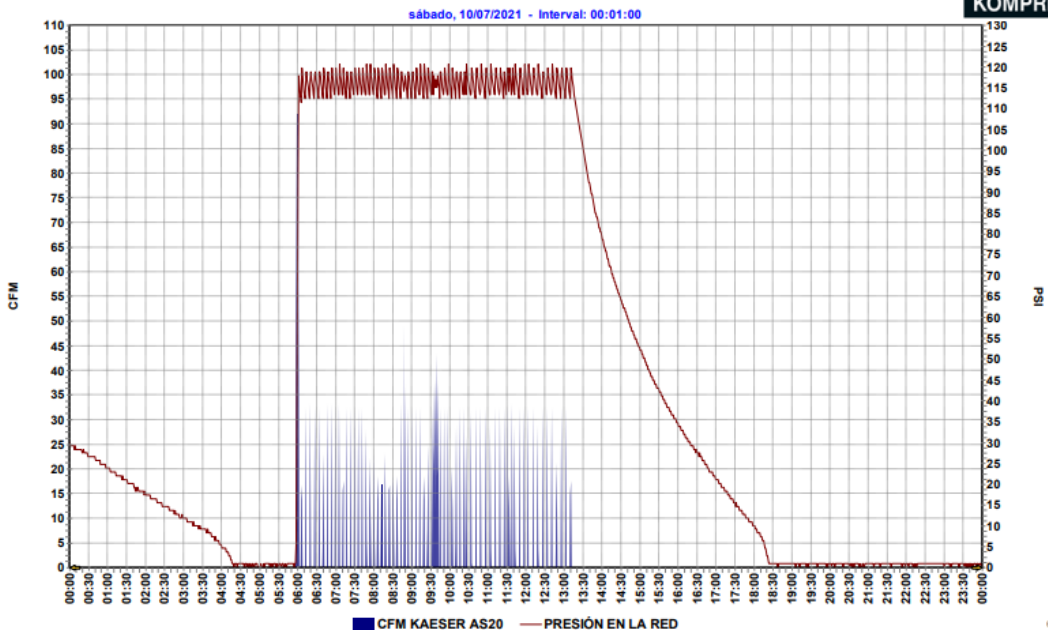


Gráfica 9 Flujo y Presión Jueves 08/07/2021

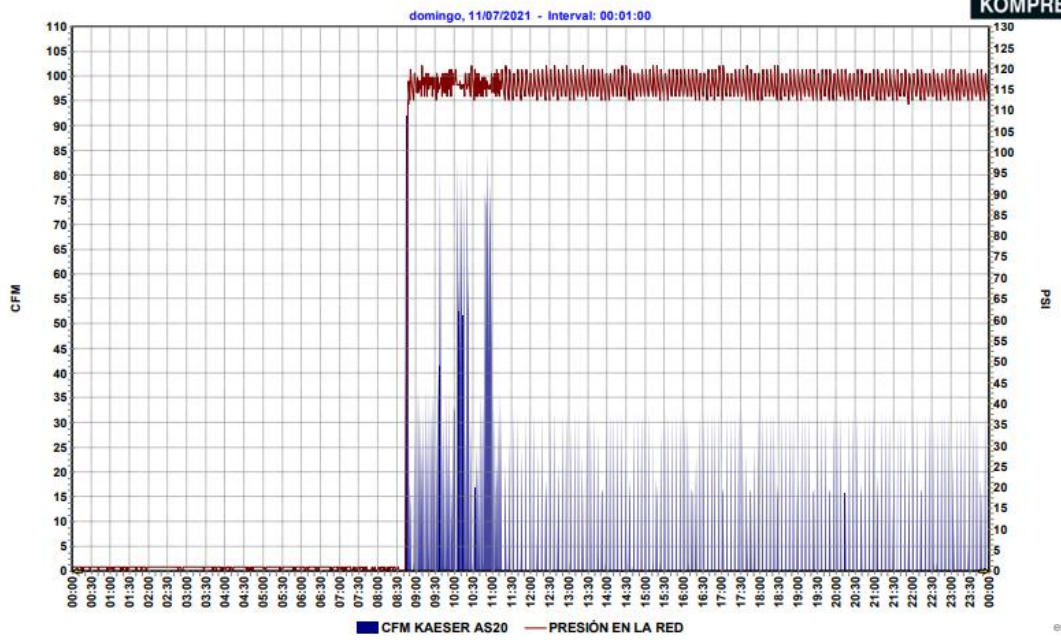


Gráfica 10 Flujo y Presión Viernes 09/07/2021

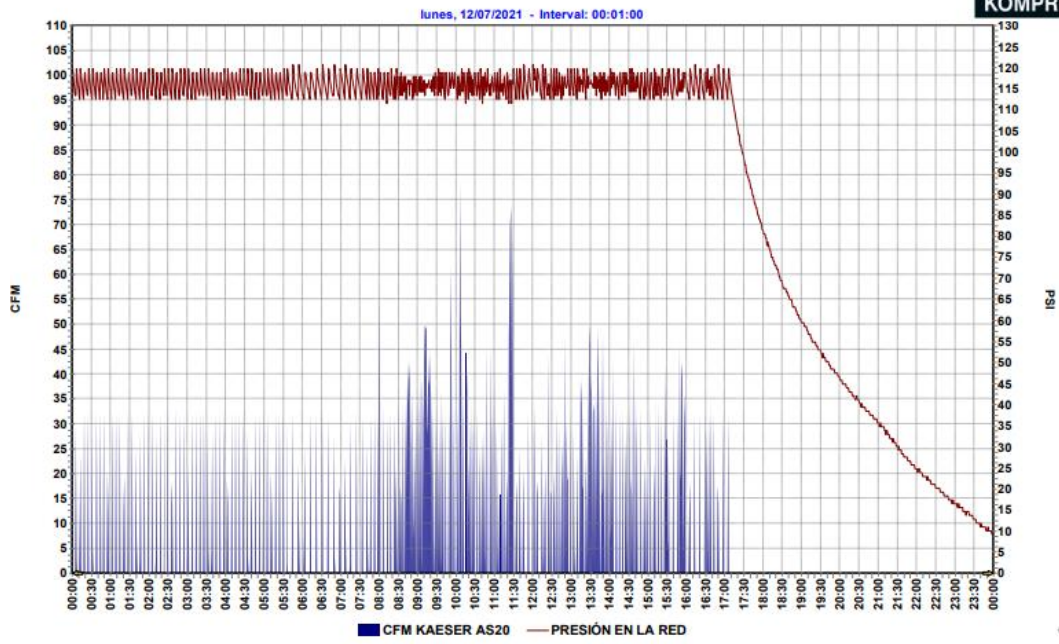




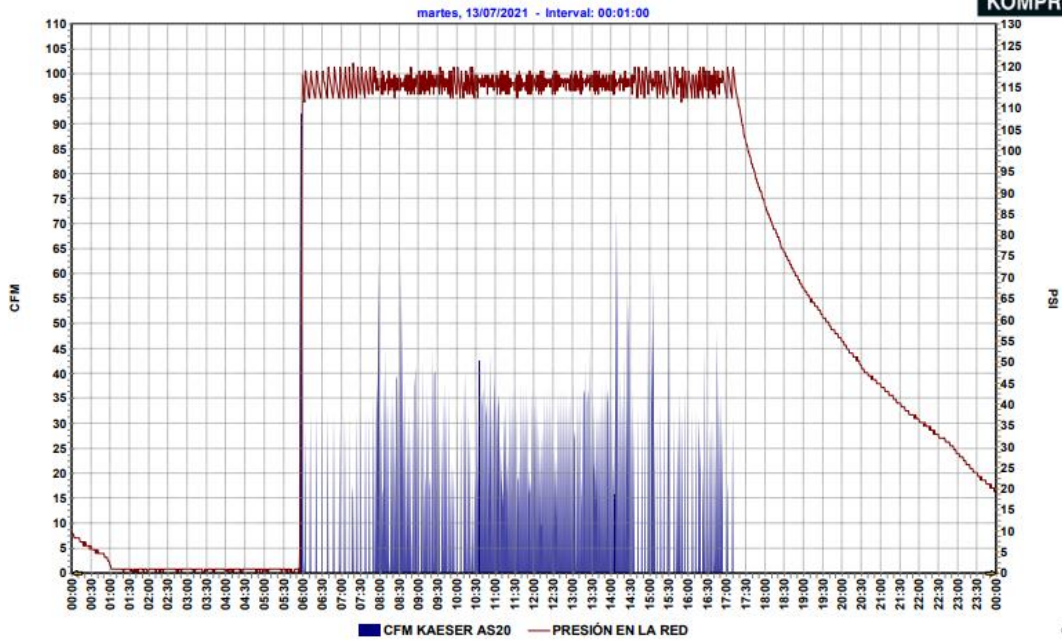
Grafica 11 Flujo y Presión Sábado 10/07/2021



Grafica 12 Flujo y Presión Domingo 11/07/2021

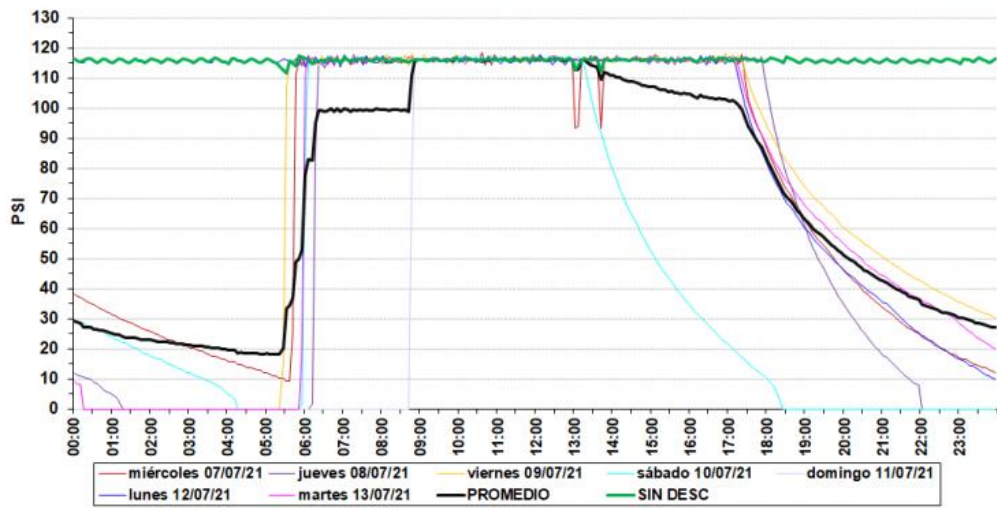


Grafica 13 Flujo y Presión Lunes 12/07/2021



Gráfica 14 Flujo y Presión Martes 13/07/2021

PRESIÓN EN LA RED

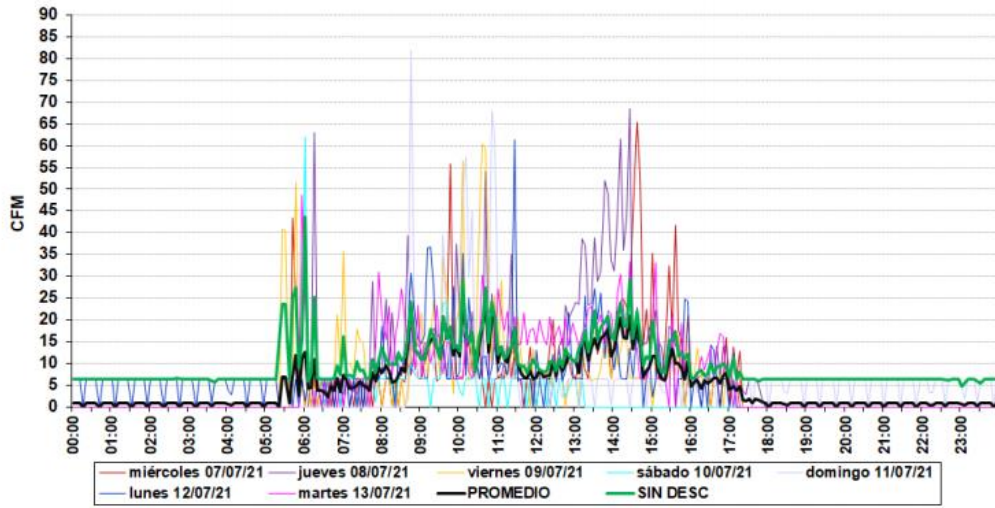


miércoles 07/07/21    jueves 08/07/21    viernes 09/07/21    sábado 10/07/21    domingo 11/07/21  
 lunes 12/07/21    martes 13/07/21    PROMEDIO    SIN DESC

PSI	ABSOLUTO	PROMEDIO	SIN DESC.
Mínimo	0.00	17.95	111.62
Máximo	118.56	116.57	117.28
Promedio	71.08	71.08	115.89

Grafica 15 Presión en la red

## ENTREGA DE AIRE KAESER AS20



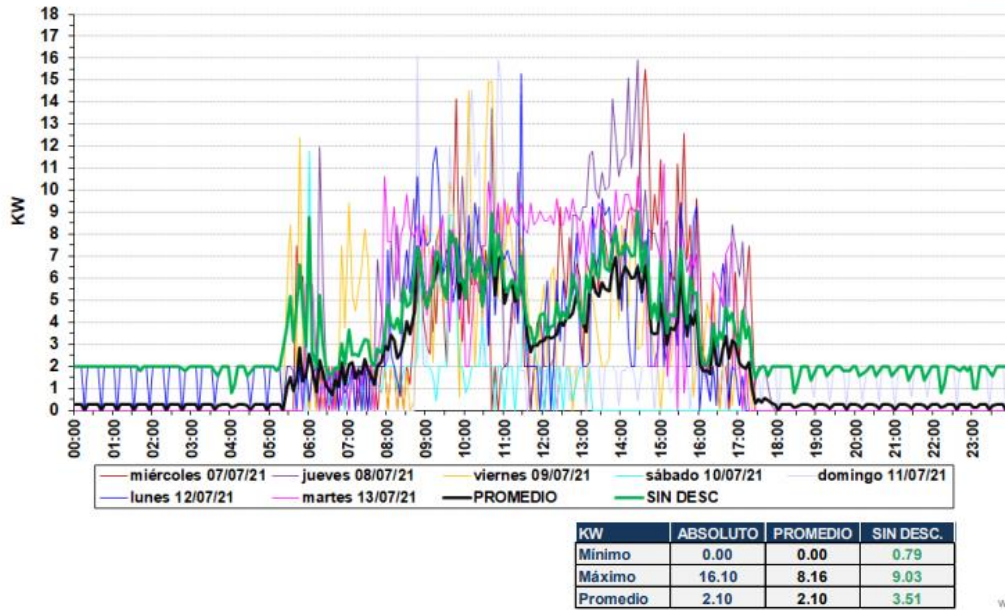
ESTADÍSTICAMENTE AL 11% DE CARGA

CFM	ABSOLUTO	PROMEDIO	SIN DESC.
Mínimo	0.00	0.00	4.60
Máximo	81.88	24.97	43.61
Promedio	5.40	5.40	10.13

www.kaeser.com / Seite 27

Grafica 16 Entrega de aire del compresor KAESER AS20

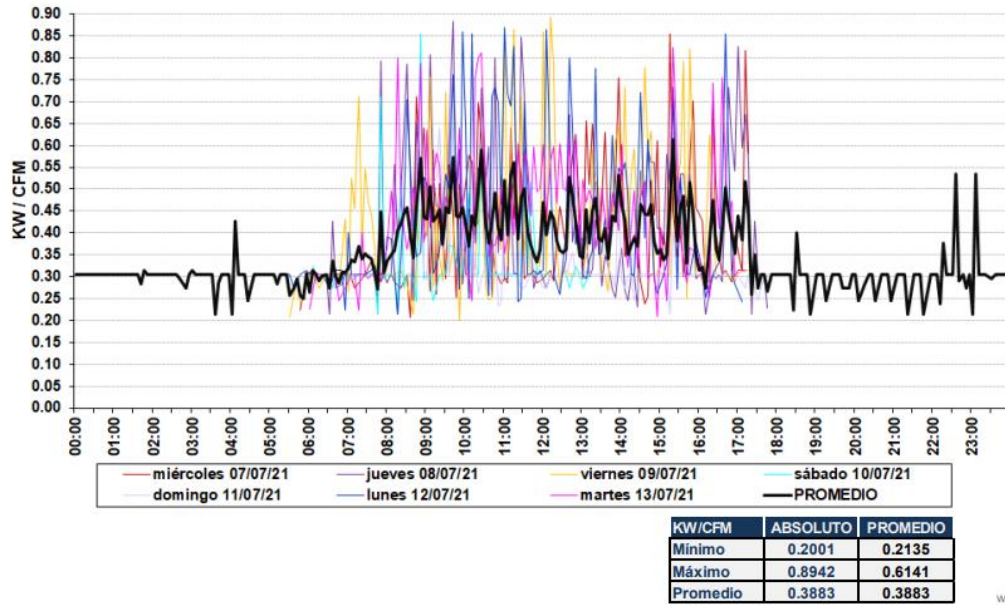
# CONSUMO ELÉCTRICO KAESERAS20



www.kaeser.com / Seite 28

Grafica 17 Consumo eléctrico de compresor KAESER AS20

# ENERGÍA ESPECÍFICA KAESER AS20



www.kaeser.com / Seite 29

Grafica 18 Energía específica compresor KAESER AS20