



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## PROYECTO DE TITULACIÓN

*INTERCAMBIADOR DE CALOR EN TANQUE DE AGUA SUAVIZADOR*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

*INGENIERO EN GESTIÓN EMPRESARIAL*

**PRESENTA:**

*RAUL SERNA MARQUEZ*

**ASESOR:**

*GERMAN VERDIN GONZALEZ*

Junio



## **CAPITULO 1:**

### **PRELIMINARES**

#### **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios y a la vida por permitirme la dicha de haber realizado con éxito todos los objetivos que hasta el día de hoy me he planteado, por tener la fuerza y la entereza de no rendirme aun en los momentos más complicados de este largo camino, pero sobre todo por estar vivo y por formar parte de esta gran familia IGE generación 2016-2020.

Le doy las gracias a mi familia, a mis padres Juana y Raul, a mis hermanos que en ellos veo la unidad familiar que de una u otra forma tenemos por ser un apoyo siempre.

A mi esposa Elba ya que sin su apoyo y su paciencia aun en los momentos más complicados ha sabido comprender y apoyarme en este proyecto de vida, sin su compañía jamás lo habría logrado.

A mis compañeros de clase, de todos me llevo algo, un aprendizaje que a lo largo de la carrera dentro del Tec. Impactara por siempre la forma en la que ahora veo las cosas, Gracias por hacer de esta aventura una que será memorable e irrepetible.

Agradezco al Ing. Germán Verdín González, asesor interno del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, quien es un maestro ejemplar, siempre escuchando todas las ideas para llevar a la realidad este gran proyecto su guía y asesoría han tenido un valor insuperable. Gracias a todos mis maestros de carrera.

Gracias al Ing. Ismael Hernández, supervisor en la empresa en la que laboro, siempre, y desde el primer día haciéndome sentir parte de un gran equipo de trabajo y además brindándome la oportunidad de realizar mi carrera al tiempo en el que tambien trabajaba, además de un gran jefe un gran amigo.

A el Ing. Carlos Alberto de la Cruz, además de mi asesor externo, en la empresa mi coordinador de área, gran amigo y compañero de trabajo.

Y a todas las personas que influyeron en mi para llegar a lograr este objetivo.

Gracias, gracias

## **Resumen**

En este documento se presentarán las evidencias de las actividades hechas dentro de una línea productiva de la empresa KTMex S.A. de C.V. grupo industrial y ecológicamente responsable, el cual tiene un giro del ramo automotriz produciendo en el Parque Industrial de San Francisco de los Romo Ags.

Lo que produce esta empresa es: soluciones de insonorización de los habitáculos automotrices esto significa la fabricación de corta fuegos en área de motor, así como fabricación de alfombras para el interior de la cabina de los automóviles, actualmente la plantilla de personal fluctúa a consecuencia de las condiciones sociales que vivimos, teniendo un promedio de 450 colaboradores, distribuidos en todas las áreas de la empresa.

Dentro del área productiva se tiene problema con el tiempo muerto derivado de reparaciones constantes en intensificador de Wáter Jet, la cual es la herramienta con la cual se cortan las alfombras, es necesario dar una solución y reducir la frecuencia con la que se está reparando, en consecuencia la maquina tendrá más tiempo operativo al no realizar el número de reparaciones que se tenían antes de la instalación del intercambiador de calor en el tanque de agua suavizada, ya que anterior a este los tiempos responsabilidad de esta herramienta estaban encima de los objetivos.

En secuencia: el agua que llega a la maquina es de la red pública, llega a la máquina de osmosis y es tratada, agua se reserva en tanque para después por medio de tuberías llegar a intensificador el cual funciona a modo de incrementador de presión sus componentes son sellos y válvulas mayormente, después de haber llegado al intensificador agua es proyectada a cabina de corte: Wáter Jet, por medio de tubos llega a 3 robots marca ABB los cuales en su eje 6 llevan una válvula mecánica la cual es gobernada por una válvula electrónica que manda su apertura a decir de su secuencia de trabajo o mejor dicho de su número de receta, estas válvulas también contienen en su mecanismo sellos y actuadores mecánicos, los sellos de todo lo mencionado es afectado por varios factores, ahora el más significativo es la temperatura alta.

Se instala por primera vez dispositivo en LC1, su rendimiento es monitoreado siendo satisfactorio dentro de los parámetros establecidos, en el tiempo de prueba en que se realizó.

## INDICE

CAPITULO 1:.....	2
PRELIMINARES.....	2
<i>Agradecimientos.....</i>	<i>2</i>
<i>Resumen.....</i>	<i>3</i>
INDICE .....	5
CAPITULO 2.....	9
GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	9
<i>Introducción:.....</i>	<i>9</i>
<i>Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del estudiante. ....</i>	<i>11</i>
<i>Visión. ....</i>	<i>11</i>
<i>Misión. ....</i>	<i>11</i>
<i>Valores.....</i>	<i>12</i>
<i>Acerca del puesto de trabajo y labores.....</i>	<i>13</i>
<i>Objetivos (General y Específicos).....</i>	<i>15</i>
<i>Justificación .....</i>	<i>17</i>
CAPITULO 3.....	18
MARCO TEORICO .....	18
<i>Wáter jet:.....</i>	<i>18</i>
<i>Suavizador de agua:.....</i>	<i>19</i>
<i>¿Cómo funciona un suavizador?.....</i>	<i>19</i>
<i>¿Qué es la suavización del agua? .....</i>	<i>19</i>
<i>¿A qué se le denomina agua dura? .....</i>	<i>20</i>
<i>Clasificación del agua.....</i>	<i>20</i>
<i>¿Qué pasa cuando un suavizador agota su capacidad de suavización? .....</i>	<i>21</i>
<i>¿Cuál es el tiempo de vida de un suavizador de agua? .....</i>	<i>21</i>
<i>¿Qué tipo de sal se debe utilizar en un suavizador de agua? .....</i>	<i>22</i>
<i>La fricción en el retorno del agua.....</i>	<i>22</i>
<i>¿Qué es Seis Sigma?.....</i>	<i>23</i>
<i>El comienzo.....</i>	<i>24</i>
<i>El método.....</i>	<i>24</i>
<i>Las herramientas.....</i>	<i>26</i>

<i>Los resultados</i> .....	26
<i>PDCA</i> .....	27
<i>El ciclo PDCA</i> .....	27
<i>Los cuatro pasos son:</i> .....	28
<i>Mejora Continua</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 4:</b> .....	32
<i>Desarrollo</i> .....	32
<i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.</i> .....	32
<i>Que es el Sílice en las tuberías:</i> .....	32
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	43
<i>Resultados</i> .....	43
<i>Mes de Enero 2019</i> .....	43
<i>Mes de Enero de 2020</i> .....	44
<i>Mes de Febrero de 2019</i> .....	45
<i>Mes de Febrero 2020</i> .....	46
<i>Mes de Marzo 2019</i> .....	47
<i>Mes de Marzo 2020</i> .....	48
<i>Mes de Abril 2019</i> .....	49
<i>Mes de Abril de 2020</i> .....	49
<i>Mes de Mayo de 2019</i> .....	50
<i>Mes de Mayo de 2020</i> .....	51
<i>Mes Junio 2019</i> .....	52
<i>Mes de Junio de 2020</i> .....	53
<i>Mes de Julio de 2019</i> .....	54
<i>Mes de Julio 2020</i> .....	55
<i>Mes de Agosto 2019</i> .....	56
<i>Mes de Agosto 2020</i> .....	57
<i>Tabla comparativa de porcentajes</i> .....	58
<i>Tendencia de paros de línea por año</i> .....	59
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	59
<i>Conclusiones</i> .....	59
<i>Conclusión</i> .....	59
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	61

Competencias desarrolladas.....	61
Capítulo 8 .....	63
Fuentes de información.....	63
Bibliografía.....	63
Capítulo 9 .....	63
Anexos.....	63

#### Lista de tablas

Tabla 1 Descripción de puesto.....	14
Tabla 2 Tiempos muertos de Línea 1.....	15
Tabla 3 tiempo de paro en Enero.....	17
Tabla 4 foda de intercambiador de calor.....	29
Tabla 5 conductividad del agua en tanque.....	33
Tabla 6 Temperatura por línea.....	34
Tabla 7 grafica comportamiento de intercambiador de calor.....	42

#### Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Alfombra interior.....	11
Ilustración 2 diagrama de flujo corte con chorro de agua.....	22
Ilustración 3 Sello de agua dañado.....	35
Ilustración 4 sello de agua dañado.....	35
Ilustración 5 sello de refacción nuevo.....	36
Ilustración 6 Sello de agua instalado.....	37
Ilustración 7 Elementos de conexión a intercambiador.....	38
Ilustración 8 Intercambiador de calor.....	39
Ilustración 9 manguera y llaves de paso.....	40
Ilustración 10 área de instalación.....	41
Ilustración 11 intercambiador instalado y funcionando.....	41
Ilustración 12 Mes de Enero 2019.....	43
Ilustración 13 paros de línea graficados.....	43
Ilustración 14 mes de enero 2020.....	44
Ilustración 15 paros de línea graficados.....	44
Ilustración 16 mes de febrero 2019.....	45
Ilustración 17 paros de línea graficados.....	45
Ilustración 18 mes de febrero 2020.....	46
Ilustración 19 paros de línea graficados.....	46
Ilustración 20 mes de marzo 2019.....	47
Ilustración 21 paros de línea graficados.....	47
Ilustración 22 mes de marzo 2020.....	48
Ilustración 23 paros de línea graficados.....	48
Ilustración 24 mes de abril 2019.....	49
Ilustración 25 paros de línea graficados.....	49
Ilustración 26 mes de mayo de 2019.....	50

Ilustración 27 paros de línea graficados .....	50
Ilustración 28 mes de mayo de 2020.....	51
Ilustración 29 paros de línea graficados .....	51
Ilustración 30 mes de junio 2019.....	52
Ilustración 31 paros de línea graficados .....	52
Ilustración 32 mes de junio 2020.....	53
Ilustración 33 paros de línea graficados .....	53
Ilustración 34 mes de julio 2019.....	54
Ilustración 35 paros de línea graficados .....	55
Ilustración 36 mes de julio 2020.....	55
Ilustración 37 paros de línea graficados .....	55
Ilustración 38 mes de agosto de 2019.....	56
Ilustración 39 paros de línea graficados .....	56
Ilustración 40 mes de agosto de 2020.....	57
Ilustración 41 paros de línea graficados .....	57
Ilustración 42 porcentaje de paro .....	58
Ilustración 43 tendencia de paros por año.....	59



## CAPITULO 2

### GENERALIDADES DEL PROYECTO

#### **Introducción:**

En el área de mantenimiento el principal componente es la responsabilidad de dar el soporte a las áreas principalmente de producción, así como aplicar todas las técnicas aprendidas en beneficio de la empresa, además de ser dadores de soluciones rápidas a la problemática que se presente, esto aunado al desarrollo de mejoras continuas dentro de la maquinaria y en general a toda la empresa.

En este escenario y en este tiempo es parte primordial dar una mejora a algo que ya esté funcionando porque esto no significa que no puede ir mejor y no quiere decir que limita siempre teniendo en cuenta que el desempeño por parte de todas las áreas que nos conforman como equipo de trabajo están en la misma situación de siempre buscar la optimización del proceso.

Este proyecto nace de la necesidad de optimizar tiempos muertos y el consumo de refacciones que salen del almacén hacia la línea productiva, creando entre estos dos elementos una sinergia de ahorro en ambos términos, este proyecto va más allá de la instalación de componentes nuevos en una máquina que ya está trabajando dentro de una línea productiva, su principal función será la de dar certeza de que el equipo tendrá una vida útil de mayor duración y que los componentes que son internos darán su mayor rendimiento aprovechando al máximo el tiempo en el cual están trabajando.

El haber integrado estas nuevas herramientas a la maquinaria generan un beneficio tanto para las áreas de producción como ala de mantenimiento ya que al realizar esta mejora permite que el área productiva no realice tiempos muertos a causa de una reparación no programada y a mantenimiento le da la oportunidad de realizar una programación para el mantenimiento preventivo es claro que este proyecto es ganar, ganar ya que brinda una perspectiva más amplia de un panorama que por falta de tiempos para la intervención de equipos se ve más desahogada.

En el momento de analizar las causas por las cuales es necesario dar una solución a los tiempos muertos dentro de la línea de producción, se analizó el caso de todos los equipos que son similares en específico y uno por uno, pero mayormente el de esta línea en

específico ya que presenta el porcentaje más alto de tiempo muerto a causa de mantenimiento correctivo, no todos los mantenimientos que se realizan en esta máquina son relacionados a este caso de estudio pero si se puede decir que son los más recurrentes ahora se mencionan algunos de los fallos derivados del agua en suavizador con temperatura arriba de lo correcto: tanque de agua suavizada con agua caliente, sellos de intensificador rotos, tubos de agua con rastros de sarro solidificado, tubos coil con fisurados, válvulas mecánicas con sellos rotos o agujas amarradas y boquillas de válvula mecánica con diamante dañado.

Debido a todo lo anterior da paso a la instalación de intercambiador de calor para tanque de agua suavizada con el objetivo de disminuir la temperatura con la que trabaja el intensificador de presión de agua y con esto disminuir el tiempo muerto derivado de reparaciones correctivas en los equipos mencionados y a su vez el consumo de partes refacción que salen de almacén de partes.

Este proyecto se divide en 5 capítulos los cuales son:

En el primer capítulo se da un breve resumen, dando idea en un par de párrafos del contenido de este reporte final de residencia profesional.

En el segundo capítulo se da una breve descripción de los orígenes de la empresa hasta la actualidad, misión, visión y valores.

En el tercer capítulo se elabora un marco teórico donde se definen y describen las herramientas y conceptos que se utilizaron en este proyecto.

En el cuarto capítulo se adentra al lector en la metodología y desarrollo del proyecto, en el cual se muestran técnicas usadas.

Finalmente se dan resultados y conclusiones del proyecto, describiendo las mejoras que se obtuvieron al aplicar la herramienta estadística Rango Intercuartilico.

## **Descripción de la empresa y del puesto o área de trabajo del estudiante.**

Acerca de KTMex.

KTMex es una compañía franco-japonesa de la industria automotriz especializada en la fabricación de alfombras y soluciones de insonorización.

Fundada en el 2005 en San Francisco de los Romo Aguascalientes por la fusión de Kotobukiya y Trèves, empresas especialistas en el revestimiento del habitáculo y de la acústica del automóvil a nivel mundial.



*Ilustración 1 Alfombra interior*

## **Visión.**

Ser reconocida como la empresa mejor en su clase en todas sus operaciones como proveedora a nivel regional de productos interiores y acústicos para la industria automotriz.

## **Misión.**

Impulsar la excelencia operacional a la satisfacción total de las partes interesadas.

- Empoderamiento de los empleados (liderazgo, participación, diversidad, oportunidad, desafío al modo de pensar).

- Satisfacción del Cliente (siempre en tiempo, flexible y responsable, respeto y confianza, excelencia operacional).
- Producto (Innovación, ligero, amable con el medio ambiente, focalizados en la calidad).
- Valor para el accionista (Crecimiento rentable, control de recursos, gestión de riesgos).
- Medio Ambiente (efecto positivo para nuestra comunidad local, optimización de las energías renovables, líder en reciclaje, sanos y seguros)

### **Valores.**

- Trabajo en Equipo
- Actitud Positiva
- Liderazgo
- Ejecuta con Rapidez
- Focalizarse en los Resultados
- Compromiso con los Objetivos
- Mentalidad global
- Aceptación del Cambio
- Ser valiente para asumir nuevos retos
- Pensar más allá de lo preestablecido

## **Acerca del puesto de trabajo y labores**

<b>Puesto:</b> Técnico de mantenimiento	<b>Empresa :</b> KTMEX
<b>Titular del puesto:</b> Raúl Serna Márquez	

<b>Misiones y autoridades:</b>
ANEXAR LA MISION Y AUTORIDAD DE ACUERDO AL OBJETIVO DEL PROCESO QUE LE CORRESPONDA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de Mantenimientos preventivos S30D</li> <li>- Realizar las intervenciones de mantenimiento curativo y de mejora S30A</li> </ul>

<b>Actividades generales:</b>	<b>Reemplazadas por el puesto:</b>
IDENTIFICAR ACTIVIDADES GENERALES CON EL PROCESO QUE LE CORRESPONDE CODIFICANDOLO DE ACUERDO AL MISMO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de Mantenimientos preventivos nivel 1 S30D</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar que las solicitudes de trabajo de Mantenimiento sean realizados y llenados S30A51</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar las instrucciones de Chek list de planta de acuerdo al calendario S30A52</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar las instrucciones de trabajo, eléctricas y mecánicas de acuerdo al calendario S30A53</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento

<b>Actividades específicas:</b>	<b>Reemplazadas por el puesto:</b>
HACER REFERENCIA DE PROCESO DEL QUE SE EXPLICA EN LA ACTIVIDAD CODIFICANDOLAS DE ACUERDO A FORMATOS, PROCEDIMIENTOS, ETC	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el llenado de solicitud de trabajo para Mantenimiento S30A51, en el formato correspondiente MT4-003 en el momento que se atienda la solicitud por algún departamento al que se le preste servicio en Ktmex</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el llenado de solicitud Check list de Planta S30A52, en el formato correspondiente MT4-058, MT4-059 y MT4-060.</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el llenado de solicitud de intervención de Mantenimiento S30A53, en el formato correspondiente ya sea Eléctrico o Mecánico de acuerdo al calendario</li> </ul>	Técnico de Mantenimiento

de Mantenimientos preventivos MT4-002 en tiempo y forma.	
--	--

<b>Habilidades profesionales y lingüísticas :</b> (Ver referencial)	<b>Nivel requerido:</b>
– Idiomas (Dominio Español, Inglés intermedio)	2 –
Conocimientos en Software (Paquete Básico Office, Conocimiento Software básico para desempeñar sus actividades)	– 2
Herramientas Especificas – (Dominio de Normativa legal, fiscal, nacionales e Internacionales de sus actividades, Seis Sigma, 8D, Metrología, Alguna Herramienta de Core Tools, Sistemas calidad, ambiental)	– 3
–	–
	-

<b>Competencias:</b> (Ver referencial)	<b>Nivel requerido:</b>
– Solución de Problemas (. De acuerdo a procedimientos y consultando a un superior)	2 –
– Compromiso y Trabajo en equipo(.Compromiso por la ejecución de sus procedimientos)	– 2
– Toma de decisiones(Medianamente Importantes (solo impactan en el área correspondientes))	– 2
– Supervisión ejercida (N/A)	– 1
– Liderazgo (En función a las descripciones de su propio puesto).	– 1

Tabla 1 Descripción de puesto

## **Objetivos (General y Específicos)**

En este momento el consumo de partes de refacciones es muy alto llegando a hacerse hasta 2 reparaciones en cabezal de intensificador por semana esto derivado de las condiciones del agua que manda el suavizador hacia el intensificador, los factores que influyen en la degradación del equipo suavizador, del equipo intensificador y de los componentes de la cabina de corte son: agua cruda, además de lecturas de conductividad muy alta, agua acida y agua fría o caliente estos elementos en el sistema de suavizador del agua generan un importante impacto ya que además del consumo excesivo de refacciones está el hecho de los tiempos de paro que generan en las líneas de producción.

El objetivo de este proyecto es determinar calidad y condiciones de agua en sistema de suavizador.

Reducir en un 10% el consumo de refacciones dentro del almacén de partes, además de reducir tiempos de paro de líneas de producción por fallos por: fuga de agua por sellos rotos, membranas de suavizador rotas, sellos de suavizador rotos, fuga de agua en mangueras. En este momento el tiempo calculado al mes de mayo es de:

FECHAS	NUMERO DE ORDEN	EFECTO	CAUSA DE LA FALLA	ALFOMBRA 1											
				ROBOT 2	WATER JET 1-WJ1	ROBOT 1	ROBOT 3	MESAS DE ENSAMBLE-ME1	INTENSIFICADOR-INT1	HORNO PREFINSA -HP1	NORDSON	HORNO FUJII - HIF	PRENSA SANKI-PS1	FANUC	
				T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO	T. PARO
				127	679	632	399	106	310	20	141	145	282	106	

Tabla 2 Tiempos muertos de Línea 1

El total de tiempo en paro de los componentes mencionados es de 2147 minutos el objetivo es reducir un 15% es decir a 1825 minutos.

Dentro del intensificador: sellos de agua rotos temperatura de agua alta o muy baja.

Dentro de las cabinas de corte: fisuras en tubo de agua, válvulas con sellos rotos, incrustaciones de sarro en tubos.

También la reducción de intervención de proveedor a suavizadores de agua.

En este momento proveedor que da mantenimiento a sistemas de suavizadores de agua da mantenimiento periódicamente a los equipos aun así se tienen este tipo de fallas es necesario buscar una causa raíz, utilizando herramientas estadísticas, y en este caso serán utilizadas las medidas de dispersión, siendo la medida elegida y más adecuada en este caso el porcentaje comparativo de tiempos totales de producción contra tiempo total de paro de línea ocasionado por los elementos dañados.

Identificar dentro de los suavizadores cuales son las condiciones de su funcionamiento óptimo para garantizar la vida útil de todos sus componentes, por ende, garantizar que los componentes del intensificador de cabina de corte están funcionando óptimamente ya que si el agua que viene del suavizador no está en condiciones tenemos problemas de agua cruda o alcalina.

El agua cruda degrada el acero inoxidable del que están hechos los tubos por los cuales se conduce el agua a la cabina de corte, esto genera que la vida útil del tubo KMT se reduzca drásticamente no alcanzando la vida útil que debe tener ya que el agua en estas condiciones genera fisuras en la parte más débil del tubo, dentro de los factores esta uno que es el del agua caliente que entra en cabinas de corte y que retorna a tanque de agua suavizada esta condición del agua genera en su mayoría los defectos mencionados además de incrustaciones de sarro lo cual genera obstrucciones y fracturas, así como afecta en el mal funcionamiento de válvulas mecánicas.



### Justificación

En líneas de producción se tiene un excesivo paro de línea para reparación de intensificador por fuga de agua , dentro de cabezal, esto contribuirá con el ahorro de agua ya que se ocasiona desperdicio de esta por fisuras y daño en todos los componentes internos del equipo.

<i>LÍNEA 1</i>	<i>% DEL DÍA</i>	<i>PAROS (MIN)</i>	<i>DÍAS DEL MES</i>	<i>MIN LABORABLES</i>	<i>NO. FALLOS</i>	<i>TURNO</i>
<b>TOTAL POR SEMANA</b>	<b>0.00%</b>	<b>0</b>			<b>0</b>	
<b>MTR</b>	<b>#¡DIV/0!</b>					
<b>MTBF</b>	<b>#¡DIV/0!</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>100.00%</b>				1188	<b>TOTAL FALLAS</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>1188</b>					
<b>NUMERO DE</b>	<b>54</b>					
<b>% PARO</b>	<b>4.88%</b>					
<b>MTR</b>	<b>22</b>					
<b>MTBF</b>	<b>451</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>95.12%</b>					
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>24,340</b>	<b>31485</b>	tiempo de enero		

Tabla 3 tiempo de paro en Enero

## **CAPITULO 3**

### **MARCO TEORICO**

#### **Wáter jet:**

La principal herramienta de nuestro proceso es el corte con agua la cual está fundamentada como una de las mejores en todo el mundo ya que no existe prácticamente nada que no se pueda cortar.

El proceso de corte por chorro de agua ofrece muchas ventajas que pueden impactar positivamente en la reducción de costes, incremento de la eficiencia y calidad de su taller. Un conocimiento profundo de la tecnología, le hará comprender las ventajas que esta puede aportar a su operación.

El corte por chorro de agua comenzó su andadura en la industria a principios de la década de 1970, cortando materiales blandos como el cartón. A mediados de la década de 1980, el equipo liderado por el Dr. Mohamed Hashish inventó el corte por chorro de agua con abrasivo, expandiendo así las capacidades de la herramienta para cortar materiales duros. La tecnología básica es simple y, sin embargo, complicada al mismo tiempo.

En su nivel más básico, el agua circula desde la bomba al cabezal de corte. Sencillo de entender, operar y mantener. El proceso, sin embargo, incorpora materiales e ingeniería sumamente complejos.

En la actualidad, las bombas trabajan a presiones nominales de entre 4100 y 6500 bar. Simplemente para comparar, la presión del agua en su hogar es de unos 4 bar y en una manguera de bomberos de unos 14 bar. En la máquina-herramienta de chorro de agua, el agua a presión al cabezal de corte a través de conducciones de ultra-alta presión. En

el cabezal de corte, una válvula de corte accionada neumáticamente hace que el agua pase a través un orificio de pequeño diámetro, creando así un flujo de agua supersónico. Aun siendo la presión muy elevada, el chorro de agua realmente no cortan solamente gracias a la presión, si no empleando la relación de esta con la velocidad. La presión se convierte en velocidad cuando el agua atraviesa el orificio del cabezal de corte. Cuanto mayor es la presión, mayor es la velocidad del flujo. A 4 bar, el agua corriente que sale de un grifo se desplaza a 103 km/h. A 6500 bar, el chorro de agua se desplaza a casi 4000 km/h, más de tres veces más rápido que la velocidad del sonido. (Burnham, 2015)

### **Suavizador de agua:**

Un suavizador o ablandador de agua, es un sistema que hace pasar el agua dura a través de una cama de resinas de intercambio iónico, y como resultado a la salida, se obtiene agua con bajo contenido de dureza.

### **¿Cómo funciona un suavizador?**

Los equipos suavizadores contienen resina de intercambio catiónico de ácido fuerte, la cual es una matriz polimérica sintética, capaz de atraer y retener cargas iónicas positivas. El mecanismo por el cual se elimina la dureza del agua, es en realidad un intercambio iónico. Los iones que provocan la dureza del agua son principalmente el Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). El intercambio iónico es entonces, una sustitución de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  por iones de sodio, potasio o hidronio ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  o  $\text{H}^+$ ).

### **¿Qué es la suavización del agua?**

La suavización o ablandamiento del agua es la reducción del calcio y magnesio del agua. Su principal propósito es evitar incrustaciones o formaciones de sarro en superficies, tuberías y equipos, como intercambiadores de calor, que se encuentren en contacto con la misma.

### **¿A qué se le denomina agua dura?**

El agua dura, es la que tiene un alto contenido de minerales de calcio y magnesio, en contraste con agua blanda o suavizada. El agua dura se forma cuando corre a través de depósitos minerales de calcio y magnesio, como la piedra caliza, creta y dolomita.

Los iones de dureza no permiten la reacción del jabón con el agua, prohibiendo la producción de espuma. Otra forma de comprobar que hay dureza en el agua es observar incrustaciones, formación de depósitos de sarro en tuberías y calentadores de agua. Para las industrias, las pruebas en laboratorio son la manera más precisa para determinar la dureza.

La Water Quality Associations (WQA) (1) clasifica la dureza del agua como en la siguiente tabla:

### **Clasificación del agua**

Granos por Galón

Partes por millón (mg/L)(ppm)

Suave

0 – 1

0 – 17.1

Ligeramente dura

1 – 3.5

17.1 – 60

Moderadamente dura

3.5 – 7.0

60 – 120

Dura

7.0 – 10.5

120 – 180

Muy dura

> 10.5

>180

La Organización Mundial de la Salud (WHO, por sus siglas en inglés) (2), identifica al agua menor a 60 ppm como blanda, refiriéndose a que el cuerpo humano necesita de ciertos minerales para su bienestar, por lo cual es considerada como potable. El agua dura por lo general no es dañina para la salud, pero puede traer graves problemas en entornos domésticos e industriales, donde el control de dureza del agua funciona para evitar costosos daños en tuberías, calderas, torres de enfriamiento u otro equipo con tendencias a las incrustaciones. La razón entonces de utilizar suavizadores de agua, es con el fin de evitar problemas en equipos y tuberías.

### **¿Qué pasa cuando un suavizador agota su capacidad de suavización?**

El ciclo de suavización depende de la cantidad de agua y los niveles de dureza que pasen a través del suavizador. Una vez agotada su capacidad de intercambio, el suavizador tiene que cargar nuevamente el sodio a la resina de intercambio iónico para comenzar de nuevo su ciclo de suavización. Se deben de realizar análisis cada cierto tiempo (comúnmente cada mes) para determinar la calidad del agua. Una vez que los análisis demuestren que la dureza está incrementando en el agua, significa un agotamiento por parte del suavizador.

### **¿Cuál es el tiempo de vida de un suavizador de agua?**

Los suavizadores pueden trabajar durante periodos de 3 a 5 años si se les da sus respectivos mantenimientos, análisis constantes de la calidad del agua producida por el suavizador, cambio de resina cuando lo requiera (dependiendo del nivel de dureza a

tratar), limpieza del tanque de sal, y suministrar la sal (sodio) cuando el suavizador lo requiera en el tanque de salmuera. (anonimo, 2020)

### ¿Qué tipo de sal se debe utilizar en un suavizador de agua?

La mejor opción es la sal paletizada o pastillas de origen mineral o marino, que pasan por un proceso industrializado de limpieza y peletización. Se puede utilizar sal de mar sin yodo, normalmente llamada sal industrial, pero no siempre es la más limpia debido a que puede contener algunos residuos que podrían dañar a los suavizadores.

### La fricción en el retorno del agua

Además de estos elementos debemos mencionar que en el equipo el cual es el sujeto de prueba tenemos un factor de fricción en el retorno de agua a tanque esto ocasionado por la cantidad de agua que utiliza el intensificador para cada ciclo.

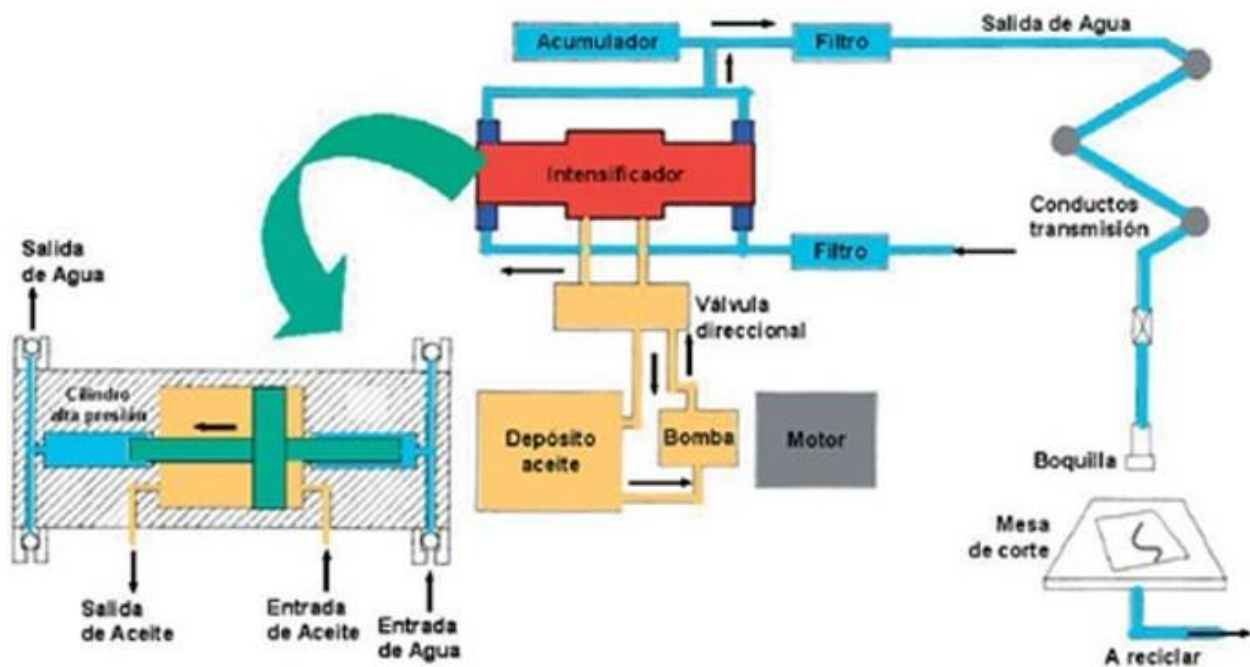


Ilustración 2 diagrama de flujo corte con chorro de agua

### **¿Qué es Seis Sigma?**

Seis Sigma, es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección. Pero ¿qué es exactamente Seis Sigma?

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

Literalmente cualquier compañía puede beneficiarse del proceso Seis Sigma. Diseño, comunicación, formación, producción, administración, pérdidas, etc. Todo entra dentro del campo de Seis Sigma. Pero el camino no es fácil. Las posibilidades de mejora y de ahorro de costes son enormes, pero el proceso Seis Sigma requiere el compromiso de tiempo, talento, dedicación, persistencia y, por supuesto, inversión económica.

Un típico coste de no Calidad -errores, defectos y pérdidas en los procesos- puede suponer el 20 o 30 por 100 de las ventas. El campo es amplio, incluso sin llegar al nivel Seis Sigma (3,4 errores o defectos por millón de oportunidades), las posibilidades de mejorar significativamente los resultados son ilimitadas. Solamente será necesario que la organización ponga a disposición sus capacidades y proceda de manera consistente con sus recursos.

Seis Sigma es un término acuñado por Motorola para denominar su iniciativa de reducción radical de defectos en productos. Renació, hacia finales del siglo pasado, con un brioso impulso, gracias a la seriedad con que General Electric la aplicó en toda su organización (fabricación y servicios) y, sobre todo, a los espectaculares resultados que logró.

### **El comienzo**

Es esencial que el compromiso con el enfoque Seis Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la compañía. La experiencia demuestra que cuando la dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos válidos. El proceso Seis Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos para llegar a un entendimiento común del enfoque Seis Sigma y para comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de Calidad hasta entonces insospechados

El paso siguiente consiste en la selección de los empleados, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos empleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se pretenden resultados significativos.

La formación de estos líderes tiene lugar en cuatro sesiones de cuatro días cada una, a lo largo de un periodo de 12 semanas durante el cual trabajarán en un proyecto concreto de mejora, que los capacitará como candidatos a una nueva profesión, «black belts» como implantadores de estas avanzadas iniciativas de Calidad. Esta formación, impartida por expertos, incluye la selección de un proyecto en la primera semana y la aplicación de lo aprendido a dicho proyecto antes de la sesión siguiente, mediante un equipo de mejora.

Para alcanzar el nivel «black belt» los candidatos tienen que demostrar los resultados conseguidos en el proyecto y este nivel los capacita para continuar liderando nuevos equipos para nuevos proyectos de mejora.

### **El método**

El método aplicado, que se denomina DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), utiliza herramientas estadísticas, además de dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características.



El método Seis Sigma, conocido como DMAMC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases.

Metodología Seis Sigma - Método DMAMC o DMAIC - Fuente: Víctor Yepes Piqueras  
Metodología Seis Sigma – Método DMAMC o DMAIC – Fuente: Víctor Yepes Piqueras

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, que deben ser evaluados por la dirección para evitar la infrutilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto se prepara su misión y se selecciona el equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria.

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso.

En la tercera fase, análisis, el equipo analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o «pocos vitales» que afectan a las variables de respuesta del proceso.

En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que

se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

### **Las herramientas**

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas. Unas, de tipo general como las 7 herramientas de Calidad, se emplean para la recogida y tratamiento de datos; las otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y, también, algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMFE.

Estas herramientas estadísticas que hace unos años estaban solamente al alcance de especialistas, son hoy accesibles a personas sin grandes conocimientos de estadística. La disponibilidad de aplicaciones informáticas sencillas y rápidas, tanto para el procesamiento de datos como para los cálculos necesarios para su análisis y explotación, permiten utilizarlas con facilidad y soltura, concentrando los esfuerzos de las personas en la interpretación de los resultados, no en la realización de los complejos cálculos que antes eran necesarios.

### **Los resultados**

Conceptualmente los resultados de los proyectos Seis Sigma se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costes que se deriva de la disminución de fallos o errores y de los menores tiempos de ciclo en los procesos.

Así, las experiencias de las compañías que han decidido implantar Seis Sigma permiten indicar desde cifras globales de reducciones del 90 por 100 del tiempo de ciclo o 15 mil millones de dólares de ahorro en 11 años (Motorola), aumentos de productividad del 6 por 100 en dos años (Allied Signal), hasta los más recientes de entre 750 y 1000 millones de dólares de ahorro en un año (General Electric). (GestioPolis.com, 2001)

## **PDCA**

El Método PDCA (Plan, Do, Check, Act), diseñado por el profesor Edward Deming, define un método de control de calidad donde mediante un círculo que parte del Plan, continúa hasta el Desarrollo, sigue hacia el Verificar (Check) y finaliza en el Actuar cierra el ciclo que debe establecerse en el camino hacia la calidad.

La rueda que siempre gira

Esta rueda tiene que girar sin cesar para que la eficacia avance. Si se para, la calidad primero se estanca para luego retroceder. Para que poner en movimiento esa rueda no sea demasiado caro y dificultoso, podemos pensar en hacer girar un ciclo PDCA limitado (con planes a nuestro alcance) para ir incorporando nuevos elementos. Estos nuevos elementos solo pueden incorporarse para aumentar el ciclo PDCA si existe el refuerzo de la formación de tu equipo y la inclusión de todos los datos aportados por la experiencia. La rueda o ciclo PDCA seguirá girando siempre que existan las condiciones adecuadas para que la inercia se mantenga. Para ello será necesario dar a nuestros equipos de trabajo las condiciones de trabajo idóneas basadas en la comunicación fluida, retroalimentación, motivación e incentivos. Cuánto mejores sean estas condiciones, mejor funcionará el ciclo PDCA y más inercia tomará en tu empresa. (Académicos, 2020)

## **El ciclo PDCA**

La mejora continua se define como un procedimiento según el cual se planifican acciones encaminadas a la mejora de las actividades desarrolladas por las empresas, se ejecutan esas acciones midiendo los resultados que han supuesto y actuando en consecuencia con el producto.

En esta definición son de destacar las palabras “Planificar”, “Ejecutar/Hacer”, “Medir/Verificar”, “Actuar”, que conforman las cuatro áreas del círculo PDCA con el que se identifica la mejora continua (del inglés: Plan, Do, Check, Act.).

### **Los cuatro pasos son:**

- Planificar. Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad, considerando todos aquellos procesos que de alguna manera afectan a la calidad del producto o servicio.

Determinar la secuencia y la relación que estos procesos tienen entre ellos.

Normalmente la salida del proceso significa la entrada de otros, hasta el cliente final, como conclusión de la cadena de procesos.

- Ejecutar. Implantar los procesos.

Determinar métodos y criterios para asegurar el correcto funcionamiento y el control de los procesos.

Los procesos han de estar bajo control.

Han de estar documentados, mediante los correspondientes procedimientos, que especifican cómo han de ser realizadas las actividades que los conforman.

Los procesos han de estar medidos, a través de parámetros relevantes.

Es recomendable establecer la propiedad de los procesos, determinando quién es el responsable.

- Medir. Realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a la política, los objetivos y los requisitos para el producto e informar sobre los resultados.

Asegurar la disponibilidad de información suficiente que permita apoyar el funcionamiento correcto y el seguimiento del proceso.

- Actuar. Llevar a cabo acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

Medir y realizar el seguimiento del proceso, para a partir de este análisis, encontrar e implantar acciones que ayuden a conseguir los objetivos del proceso, así como conseguir su mejora continua. (Belinchón Cerezo, 2002).

<p><b>FORTALEZAS</b></p> <p>La maquinaria es de modelo reciente. Su funcionamiento es adecuado a especificación. Tiene áreas de oportunidad para la mejora continua. Los elementos añadidos no generan defectos en su accionar.</p>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <p>No ha sido implementado en todas las líneas que podrían adoptarla. Coordinación para la instalación</p>
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p>Establecer estructura. Construir línea de conocimiento. Completar procesos de evaluación. Implementar stock de refacciones.</p>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <p>Definición de clara de componentes utilizados. que la herramienta sea percibida como un añadido más a la maquina sin utilidad. Que no sea considerado como parte principal de la maquina Tiempos de implementación.</p>

Tabla 4 foda de intercambiador de calor

## **Mejora Continua**

El mantenimiento es el conjunto de condiciones técnicas, herramientas y acciones que garantizan la máxima disponibilidad y confiabilidad del parque industrial durante el tiempo de operación requerido, en el momento oportuno, al menor costo posible (Mora, 2007b), con la máxima seguridad, calidad y la mínima degradación del medio ambiente (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997).

El desarrollo actual de la industria cambia totalmente el concepto de mantenimiento, al tener la necesidad del mismo y la de tecnificarse al máximo para buscar nuevas formas en su organización. Éste se considera hasta no hace mucho más de 25 años como una actividad auxiliar cuyo coste siempre parece excesivo; ahora pasa a ser parte integrante del proceso productivo y se acepta como un costo necesario de fabricación (Rey, 1996). (VELÁSQUEZ, 2010)

Mejora continua es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización.

A menudo asociada con metodologías de proceso, la actividad de mejora continua proporciona una visión continua, medición y retroalimentación sobre el rendimiento del proceso para impulsar la mejora en la ejecución de los procesos.

Lean Six Sigma En Mejora continua (siguiendo técnicas de evaluación como Six Sigma), los gerentes de negocios trabajan con BPM y profesionales de TI para implementar monitoreo y medición de desempeño, es decir, para identificar, definir, medir, analizar, mejorar y controlar procesos empresariales.

Esto lleva a una lista continua de oportunidades de mejora y proyectos relacionados que permiten a la compañía optimizar sus operaciones.

En este caso la mejora continua es utilizada para añadir una herramienta en una máquina logrando con esto que el equipo tenga un mejor rendimiento y un funcionamiento óptimo.

## **CAPÍTULO 4:**

### **DESARROLLO**

#### **Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

A continuación, entraremos junto con el lector en los puntos relevantes de la metodología y desarrollo del proyecto, en el cual se muestran las técnicas usadas, graficas de comportamiento así como aspectos generales, los cuales se analizaron con el fin de incrementar la vida útil de las refacciones que se utilizan en la reparación del intensificador de agua y en la cabina de corte además de las válvulas mecánicas que son las que realizan el corte con chorro de agua así como de boquillas y demás componentes de la maquinaria.

Con el fin de mejorar la vida útil de los componentes que conforman la maquina primero se tuvo que examinar el agua, dentro de los parámetros que son correctos para su actuar, iniciando con una tabla en el cual se muestra una tendencia del límite superior rebasado la unidad de medida es partes por millón de Sílice en una línea en específico.

#### **Que es el Sílice en las tuberías:**

Las incrustaciones de sílice son típicamente muy duras, adherentes vidriosas y difíciles de remover. Las conductividades térmicas son usualmente muy bajas y pueden ocurrir fallas en la tubería con, incluso, incrustaciones muy delgadas de sílice.



CONDUCTIVIDAD DE AGUA POR LINEA DESPUES DE SUAVISAR						LIMITE SUPERIO	LIMITE INFERIO	MEDIA
	LC1	LC2	LC3A	LC3B	LC4			
DIA 1	498	20	36	63	184	100	-10	160.2
DIA 2	490	18	45	55	176	100	-10	156.8
DIA 3	506	21	33	61	190	100	-10	162.2
DIA 4	490	23	32	80	167	100	-10	158.4
DIA 5	68	27	50	63	50	100	-10	51.6
DIA 6	105	35	50	60	155	100	-10	81
DIA 7	90	30	38	63	107	100	-10	65.6
DIA 8	80	22	47	66	100	100	-10	63
DIA 9	88	44	55	67	111	100	-10	73
DIA 10	99	38	56	62	117	100	-10	74.4
DIA 11	105	41	58	64	120	100	-10	77.6
DIA 12	97	37	60	55	134	100	-10	76.6
DIA 13	405	29	35	33	171	100	-10	134.6
DIA 14	30	28	35	60	168	100	-10	64.2
DIA 15	21	34	25	62	160	100	-10	60.4
DIA 16	27	20	44	20	150	100	-10	52.2
DIA 17	20	37	43	22	150	100	-10	54.4
DIA 18	30	28	38	31	150	100	-10	55.4
DIA 19	35	33	54	28	95	100	-10	49
DIA 20	456	55	32	63	78	100	-10	136.8
DIA 21	459	61	50	60	88	100	-10	143.6
DIA 22	567	80	50	63	56	100	-10	163.2
DIA 23	554	63	38	66	45	100	-10	153.2
DIA 24	789	60	47	67	567	100	-10	306
DIA 25	345	63	55	62	345	100	-10	174
DIA 26	456	66	56	64	456	100	-10	219.6
DIA 27	477	67	58	55	543	100	-10	240
DIA 28	78	62	60	45	34	100	-10	55.8
DIA 29	55	64	35	78	55	100	-10	57.4
DIA 30	54	34	68	99	45	100	-10	60
	252.4667	41.33333	46.1	57.9	165.5667	MEDIA DE MEDIAS		112.6733

Tabla 5 conductividad del agua en tanque

Podemos observar una tendencia en el funcionamiento de la maquinaria, pero no se observa la causa raíz del daño en sellos de agua este estudio no fue concluyente.

Inicia una nueva etapa en la búsqueda de causas que derivan en el deterioro de los componentes mecánicos del intensificador y de los tubos que conducen el agua hasta las válvulas mecánicas que originan el corte por chorro de agua.

En esta etapa se puede detectar una temperatura muy alta en tanque de agua esto a causa de un elemento de fricción por retorno de agua de intensificador hacia tanque de agua suavizada, debemos tener en claro que no toda el agua que viaja a través de la tubería hacia el intensificador es utilizada para el corte por chorro de agua, una gran parte de esta tiene que retornar hacia tanque para continuar un ciclo de recirculación durante el tiempo en que la máquina se encuentra trabajando, derivado de esto se inicia un estudio de temperaturas en los tanques de agua ya que el agua al estar con una temperatura tan alta pudiese estar generando un desgaste prematuro en los componentes del intensificador en una primera instancia para después dañar los componentes de la cabina y sus tubos conductores al robot de corte por chorro de agua a continuación podemos observar las lecturas en una tabla estadística.

Donde se muestra de igual manera una tendencia en una línea en específico.

	TEMPERATURA POR LINEA					MEDIA DE LINEAS
	LC1	LC2	LC3A	LC3B	LC4	
1	65	55	54	45	45	52.8
2	66	56	54	54	44	54.8
3	58	45	67	65	47	56.4
4	50	44	65	43	46	49.6
5	66	4	54	56	43	44.6
6	64	7	58	43	39	42.2
7	72	38	65	34	47	51.2
8	71	39	56	45	50	52.2
9	71	43	45	45	51	51
10	69	32	54	46	48	49.8
11	66	45	55	65	47	55.6
12	76	56	54	56	40	56.4
13	75	56	44	54	55	56.8
14	88	44	43	34	45	50.8
15	67	45	66	61	49	57.6
16	80	41	45	47	48	52.2
17	78	49	44	45	44	52
18	69	45	56	49	56	55
19	77	46	52	48	55	55.6
20	75	47	49	44	58	54.6
MEDIA POR LINEA	70.15	41.85	54	48.95	47.85	52.56
MEDIA DE MEDIAS POR LINEA	206.68					MEDIA DE MEDIAS

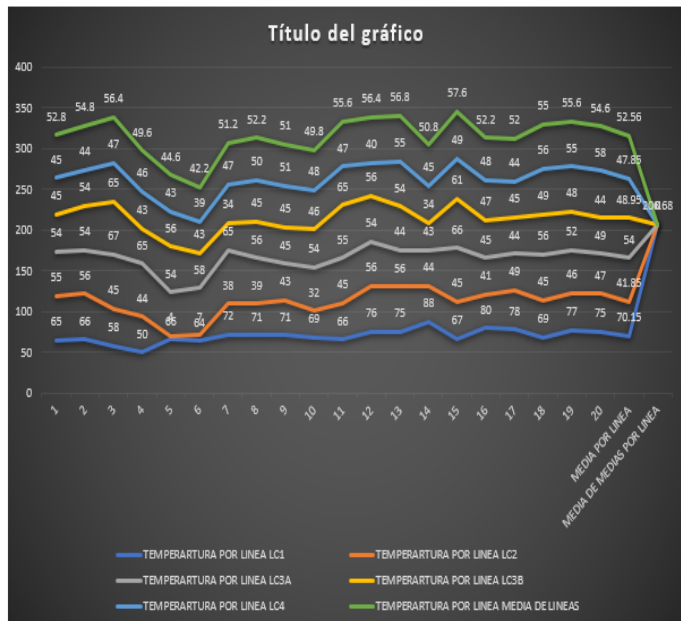


Tabla 6 Temperatura por línea

Una vez obtenidos los datos antes mostrados podemos decir que nuestro elemento de estudio línea carpet 1 tiene una tendencia de temperaturas muy elevadas para el funcionamiento de sus partes internas, a continuación, mostrare los componentes.



*Ilustración 3 Sello de agua dañado*

Una vez retirado el sello de agua se puede apreciar en su color que este ha estado expuesto a temperaturas no apropiadas para su funcionamiento.



*Ilustración 4 sello de agua dañado*

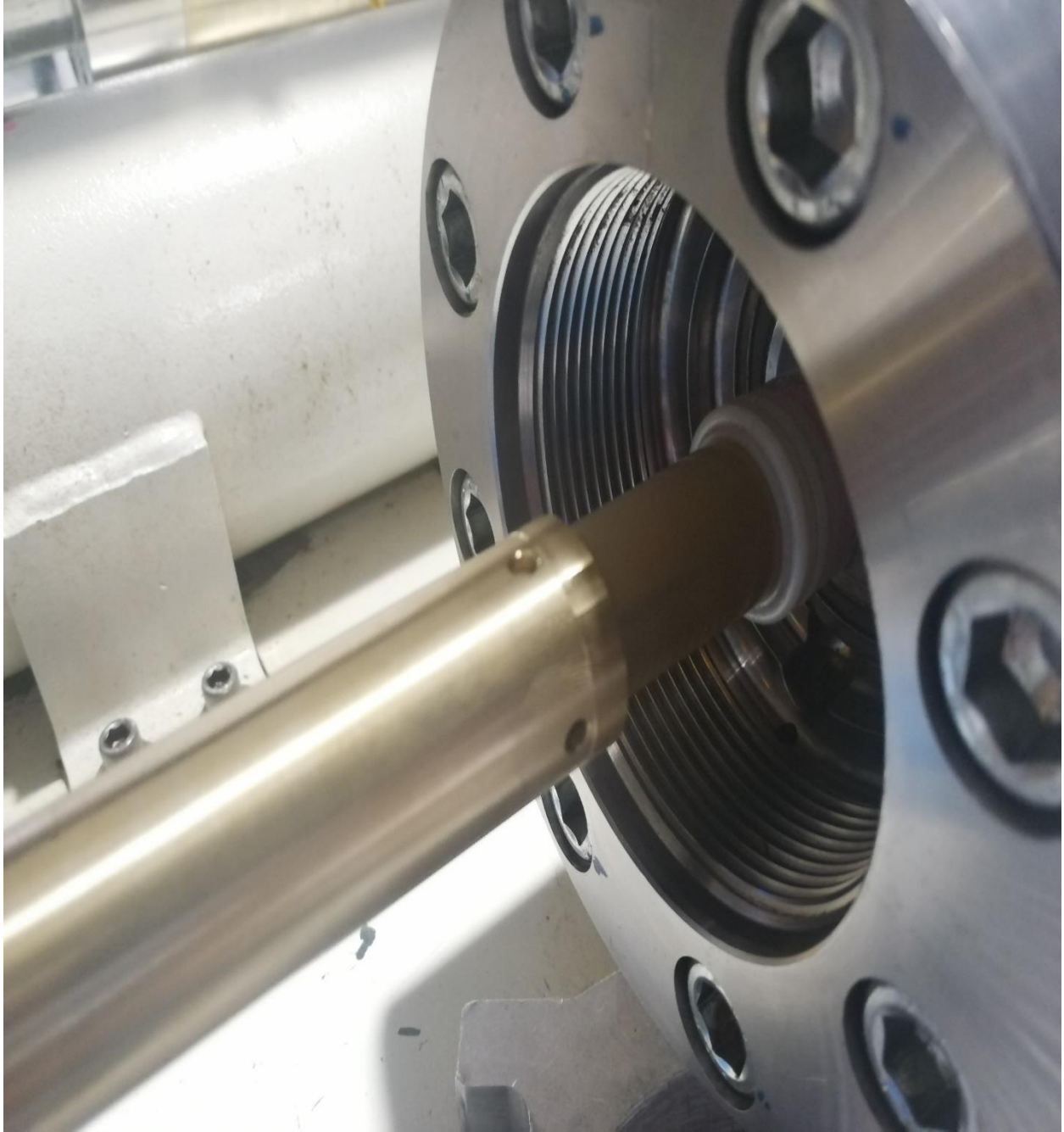
En comparación con sello de agua nuevo notamos diferencias que hacen notar que el daño fue causado por temperatura alta.



*Ilustración 5 sello de refacción nuevo*

Sello se reinstala en posición además de que se marca en parte exterior la fecha en que se realizó la reparación para llevar un seguimiento de cuánto tiempo se mantiene funcionando con la mejora del intercambiador de calor.





*Ilustración 6 Sello de agua instalado*

En esta etapa se realiza la instalación de intercambiador de calor para tanque de agua suavizada a continuación se muestran los elementos que conforman la instalación.

En la imagen se pueden ver los siguientes elementos: conexión espiga de  $\frac{3}{4}$ , una reducción campana de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{1}{2}$ , niple de  $\frac{1}{2}$ , conexión rápida de  $\frac{1}{2}$  macho, conexión rápida de  $\frac{1}{2}$  hembra y una conexión npt de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$ . Se utilizaron cuatro juegos de estas conexiones para lograr la instalación además del intercambiador de calor el cual se muestra en imagen.



*Ilustración 7 Elementos de conexión a intercambiador*



Ilustración 8 Intercambiador de calor

Además de los elementos mostrados se utilizó manguera de  $\frac{3}{4}$  para la instalación y llaves de paso para regular la cantidad de agua fría que estará circulando en el circuito del intercambiador.



*Ilustración 9 manguera y llaves de paso*



Se selecciona el espacio en el que quedara instalado el intercambiador de calor.



*Ilustración 10 área de instalación*

Elemento instalado y funcionando sin contratiempos.



*Ilustración 11 intercambiador instalado y funcionando*

A continuación, un seguimiento del comportamiento de las temperaturas después de la instalación del intercambiador de calor en tanque de agua suavizada en línea carpet 1

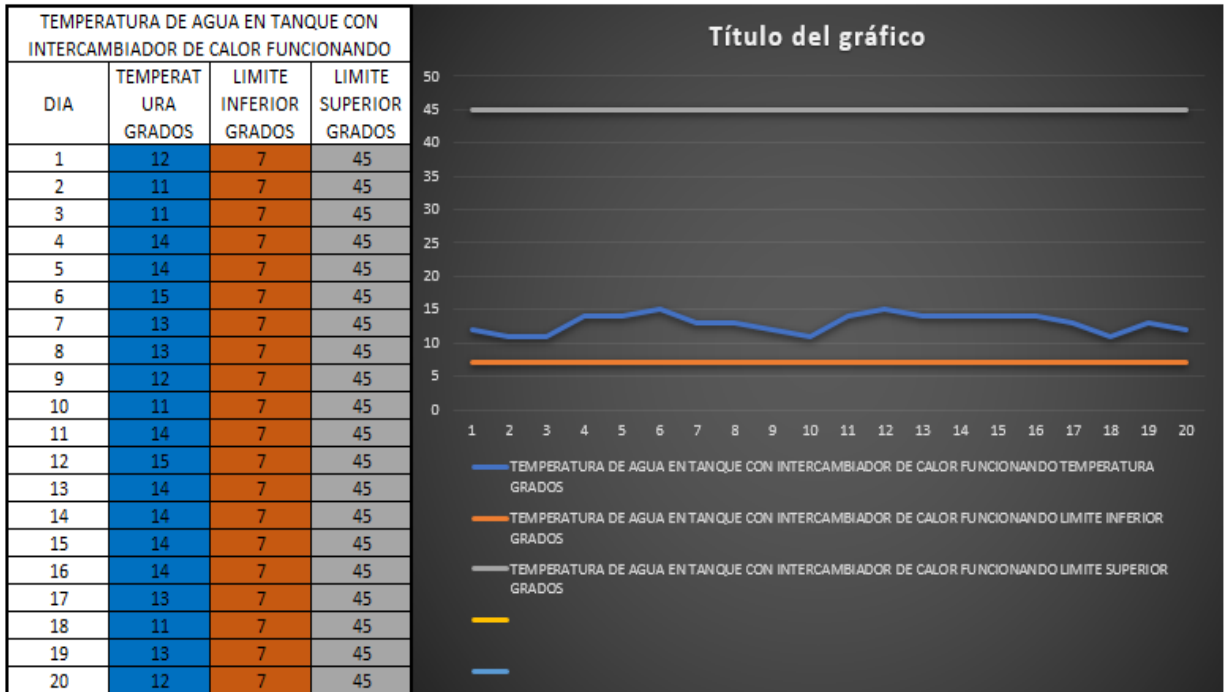


Tabla 7 grafica comportamiento de intercambiador de calor

# CAPÍTULO 5 RESULTADOS

## Mes de Enero 2019

LINEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO	
<b>MTRR</b>	<b>25.86</b>					<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>	
<b>MTBF</b>	<b>4519.285714</b>						
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.43%</b>				1033		
	<b>MENSUAL</b>	<b>MTRR =</b>		<b>TIEMPO TOTAL DE MTTO</b>			
				<b>NUMERO DE REPARACIONES</b>			
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>1114</b>	<b>MTBF =</b>				<b>TIEMPO TOTAL DISPONIBLE-TIEMPO PERDIDO</b>	
<b>NUMERO DE</b>	<b>42</b>					<b>NUMERO DE PARADAS</b>	
<b>% PARO</b>	<b>3.52%</b>						
<b>MTRR</b>	<b>26.5</b>						
<b>MTBF</b>	<b>753.2</b>						
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>96.48%</b>						
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>	<b>31.635</b>						

Ilustración 12 Mes de Enero 2019

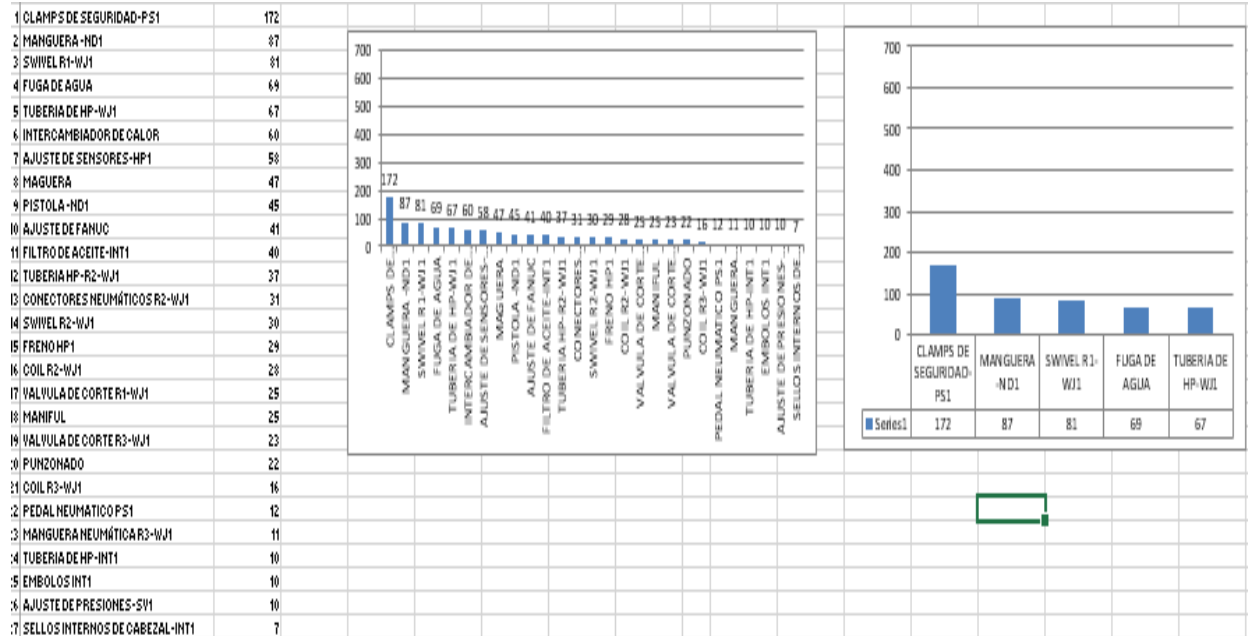


Ilustración 13 paros de línea graficados

## Mes de Enero de 2020

LÍNEA 1	% DEL DÍA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>TOTAL POR SEMANA</b>	<b>0.00%</b>	<b>0</b>			<b>0</b>	
<b>MTTR</b>	<b>#¡DIV/0!</b>					<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
<b>MTBF</b>	<b>#¡DIV/0!</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>100.00%</b>				337	
	<b>MENSUAL</b>	<b>MTTR = <math>\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MTTT}}{\text{NÚMERO DE REPARACIONES}}</math></b>				
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>937</b>	<b>MTBF = <math>\frac{\text{TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO}}{\text{NÚMERO DE PARADAS}}</math></b>				
<b>NUMERO DE</b>	<b>46</b>					
<b>% PARO</b>	<b>3.24%</b>					
<b>MTTR</b>	<b>20</b>					
<b>MTBF</b>	<b>629</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>96.76%</b>					
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>28,930</b>	<b>31485</b>			

Ilustración 14 mes de enero 2020

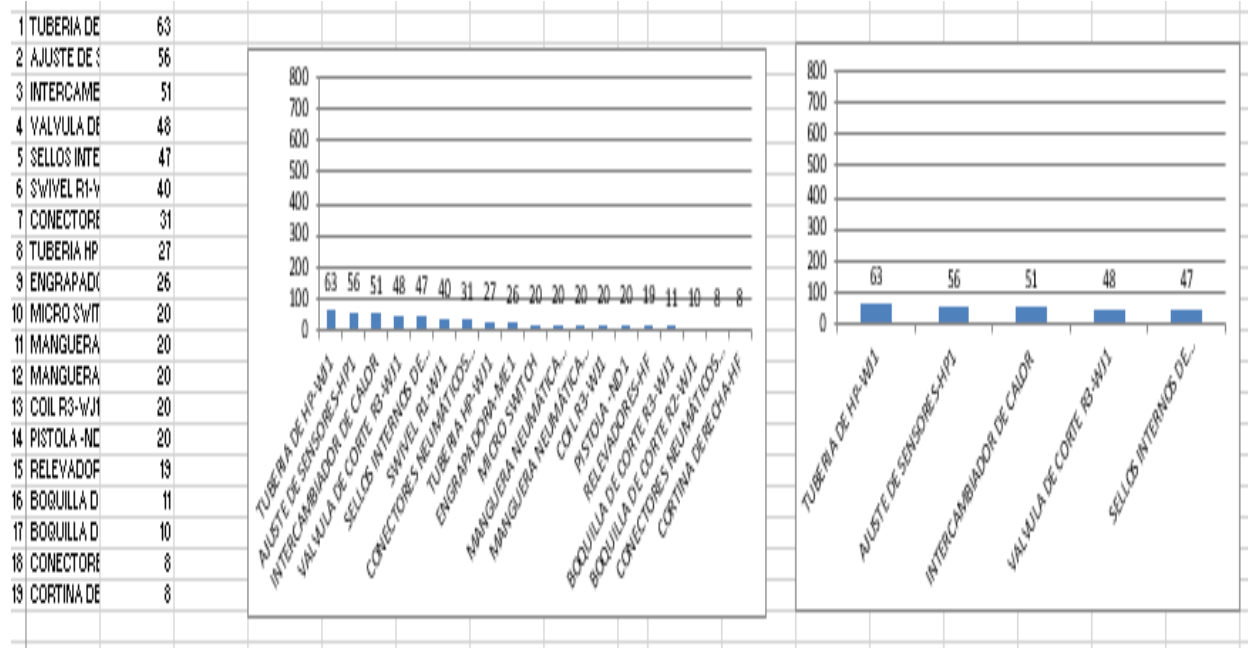


Ilustración 15 paros de línea graficados

## Mes de Febrero de 2019

DASH 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTTR	#¡DIV/0!					
MTBF	#¡DIV/0!					
DISPONIBILIDAD	100.00%				1210	TOTAL FALLAS
	MENSUAL	MTTR =	TIEMPO TOTAL DE MTTO / NÚMERO DE REPARACIONES			
MINUTOS TOTALES	1210	MTBF =	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE- TIEMPO PERDIDO / NÚMERO DE PARADAS			
NUMERO DE	22					
% PARO	4.50%					
MTTR	55.00					
MTBF	1221.818182					
DISPONIBILIDAD	95.50%					
MINUTOS LABORABLES POR MES		26,880	31445			

Ilustración 16 mes de febrero 2019

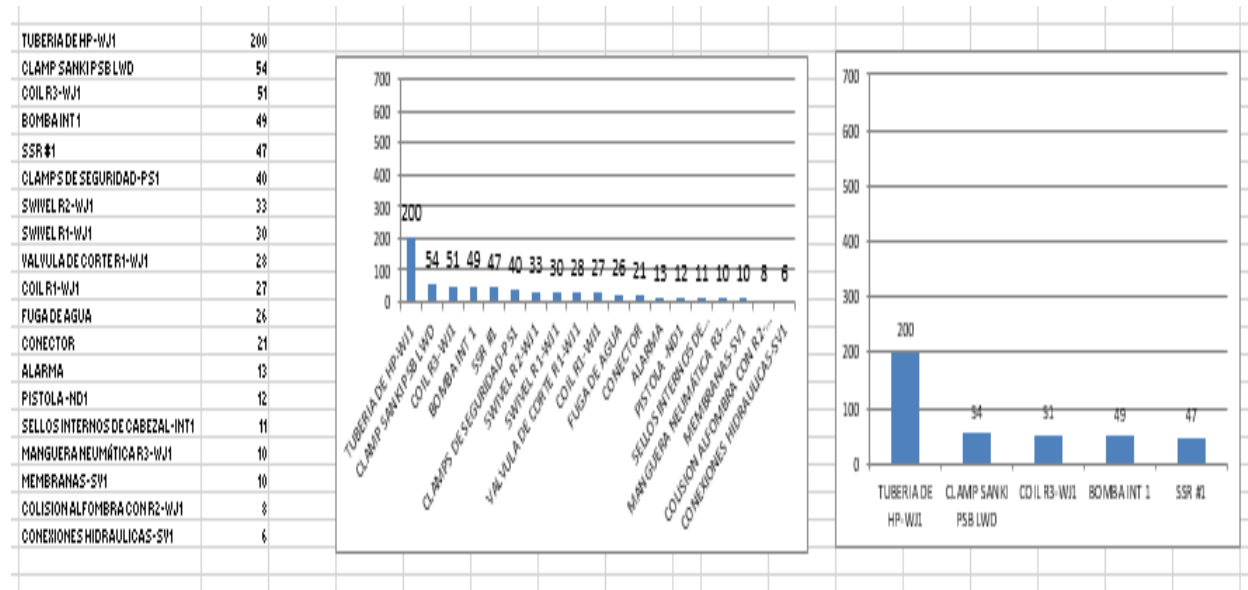


Ilustración 17 paros de línea graficados

## Mes de Febrero 2020

LINEA 1	% DEL DA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORALES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTR</b>	<b>25.38</b>					
<b>MTBF</b>	<b>3090</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.18%</b>				1044	<b>TOTAL FALLOS POR MES</b>
<b>MENSUAL</b>						
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>1044</b>				<b>NUMERO DE FALLOS</b>	
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>39</b>					
<b>% PARO</b>	<b>4.22%</b>	<b>MTR = TIEMPO TOTAL DE MTTC</b>				
<b>MTR</b>	<b>27</b>	<b>MTBF = TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO</b>				
<b>MTBF</b>	<b>634</b>	<b>NUMERO DE PARADAS</b>				
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>95.78%</b>					2
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>	<b>24,720</b>	<b>31485</b>				3
						4
						5

Ilustración 18 mes de febrero 2020

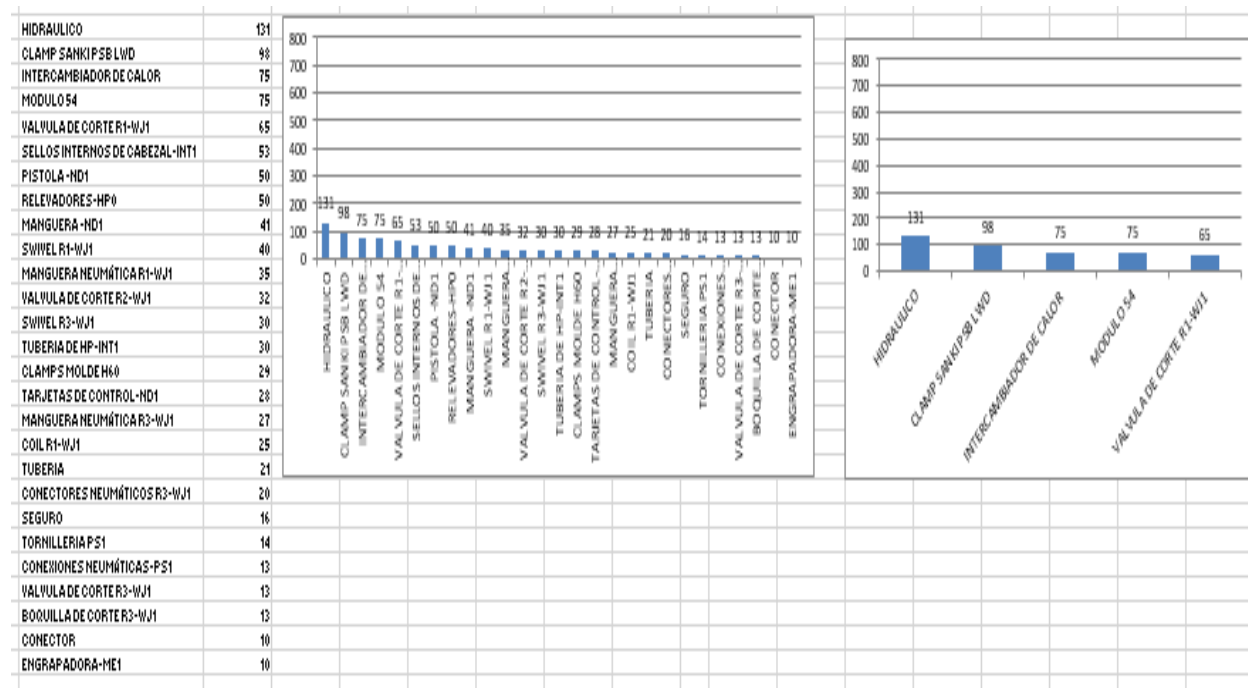


Ilustración 19 paros de línea graficados

**Mes de Marzo 2019**

LÍNEA 1	% DEL DÍA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTTR	#¡DIV/0!					
MTBF	#¡DIV/0!					
DISPONIBILIDAD	100.00%				825	TOTAL FALLAS
MENSUAL		TIEMPO TOTAL DE MTTD				
MINUTOS TOTALES	825	MTTR =	NÚMERO DE REPARACIONES			
NÚMERO DE	31	MTBF =	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE- TIEMPO PERDIDO			
		NÚMERO DE PARADAS				
% PARO	3.02%					
MTTR	26.6					
MTBF	880.8					
DISPONIBILIDAD	96.98%					
MINUTOS LABORABLES POR MES		27,305				

Ilustración 20 mes de marzo 2019

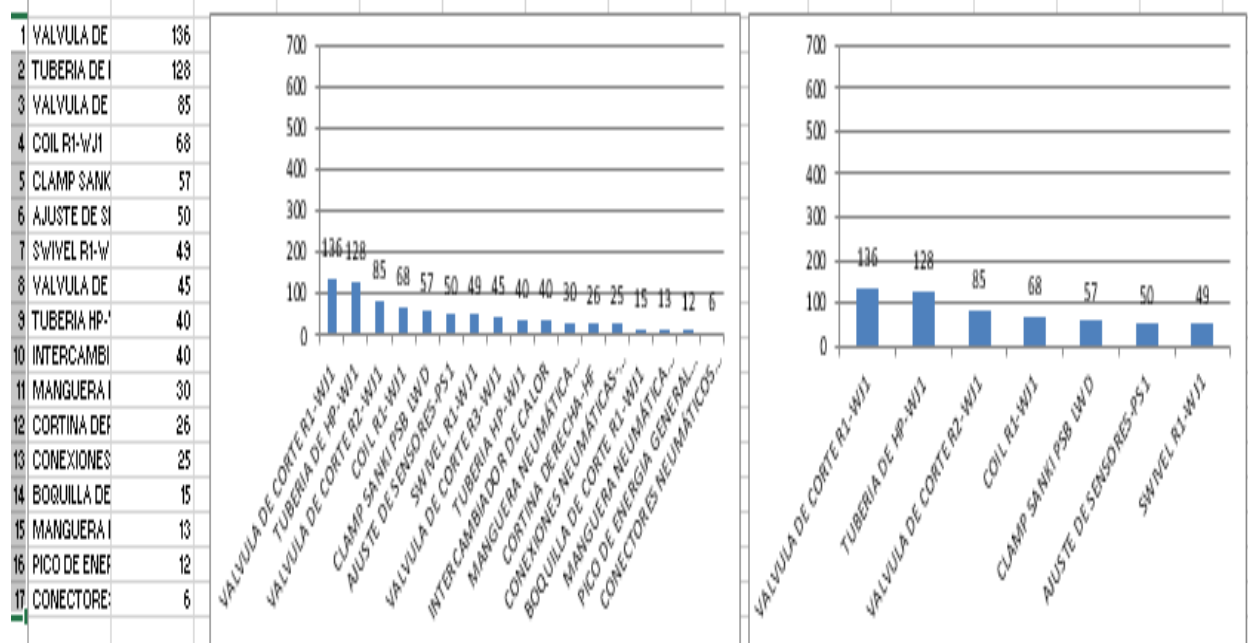


Ilustración 21 paros de línea graficados

**Mes de Marzo 2020**

LINEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTRR	3.00%					
MTBF	663					
DISPONIBILIDAD	97.00%				614	TOTAL FALLOS POR MES
MENSUAL						
MINUTOS TOTALES	614				NUMERO DE FALLOS	
NUMERO DE FALLOS	30					
2 PARO	3.00%	MTRR = TIEMPO TOTAL DE MTTC				
MTRR	20	IMERO DE REPARACION				
MTBF	663	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO				
DISPONIBILIDAD	97.00%	NUMERO DE PARADAS				
		MES	AÑO			
MINUTOS LABORABLES POR MES	20,500	31485				

Ilustración 22 mes de marzo 2020

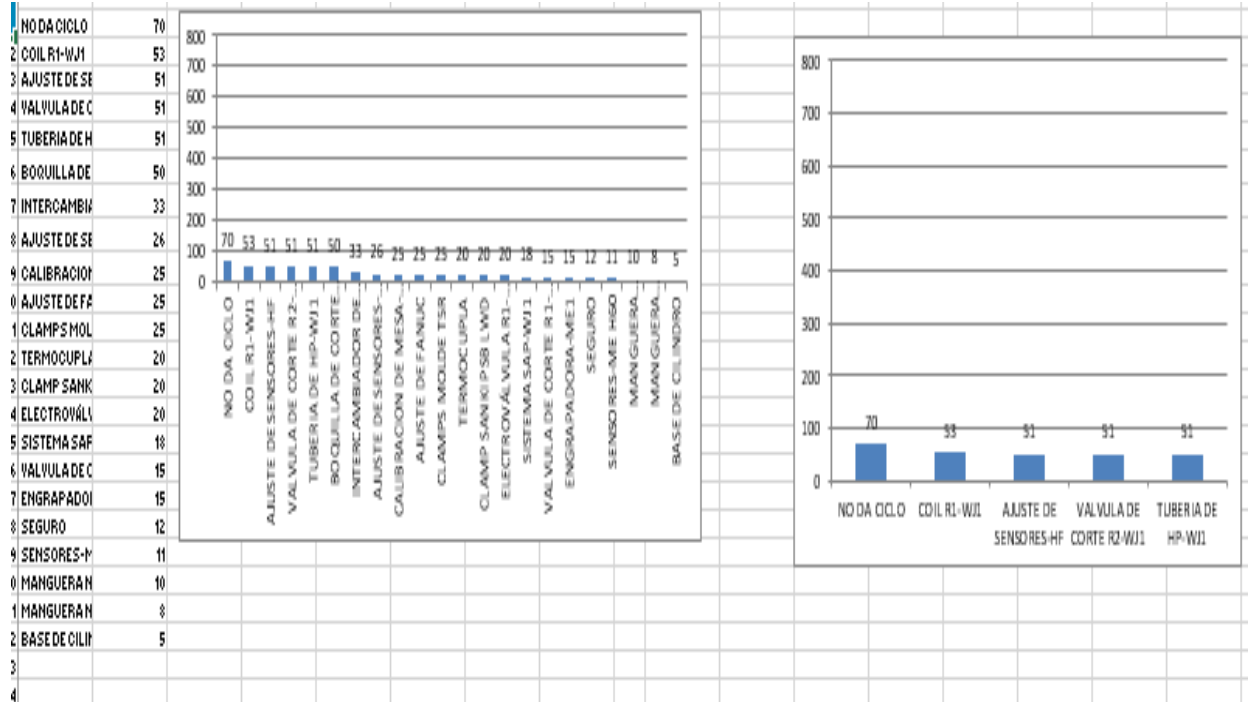


Ilustración 23 paros de línea graficados



## Mes de Abril 2019

LÍNEA 1	% DEL DÍA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTRR	9.00					
MTBF	10735					
DISPONIBILIDAD	99.92%				373	TOTAL FALLAS
<b>MENSUAL</b>						
MINUTOS TOTALES	373	MTRR = $\frac{PO\ TOTAL\ DE\ MTRR}{NÚMERO\ DE\ REPARACIONES}$				
NUMERO DE	21	MTBF = $\frac{DISPONIBLE-TIEMPO\ PERDIDO}{NUMERO\ DE\ PARADAS}$				
% PARO	1.74%					
MTRR	18					
MTBF	1022					
DISPONIBILIDAD	98.26%					
MINUTOS LABORABLES POR MES	21,470	31485				

Ilustración 24 mes de abril 2019

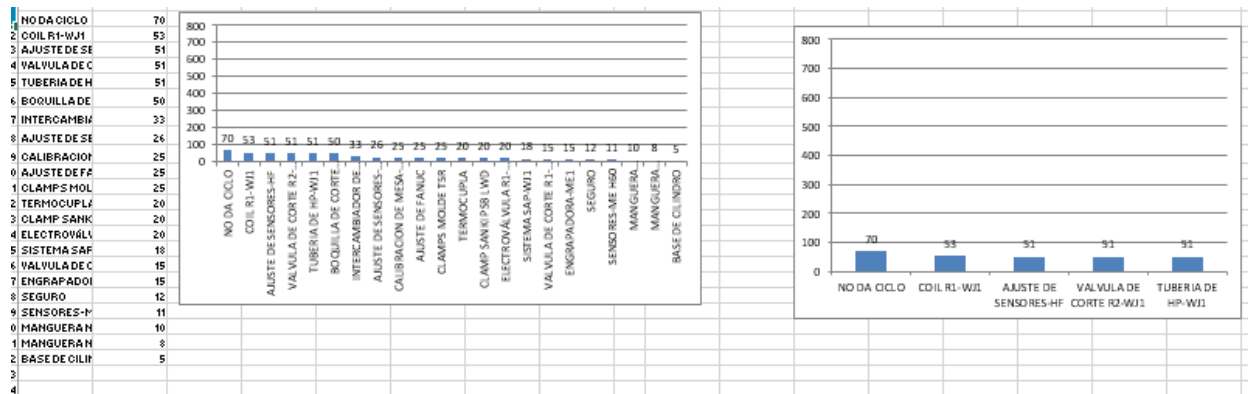


Ilustración 25 paros de línea graficados

## Mes de Abril de 2020

En mes de abril no se tiene datos derivado de la situación de paro general en planta debido a la pandemia de Covid-19.

## Mes de Mayo de 2019

LÍNEA 1	% DEL DA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTRR	100.00%					
MTBF	100.00%					
DISPONIBILIDAD	100.00%				1963	TOTAL FALLAS POR MES
<b>MENSUAL</b>						
MINUTOS TOTALES	1963	MTTR = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MTTC}}{\text{NUMERO DE REPARACION}}$				
NUMERO DE FALLOS	43	MTBF = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DISPONIBLE} - \text{TIEMPO PERDIDO}}{\text{NUMERO DE PARADAS}}$				
% PARO	6.44%					
MTRR	46					
MTBF	709					
DISPONIBILIDAD	93.56%					
MINUTOS LABORABLES POR MES	30,495	31485				

Ilustración 26 mes de mayo de 2019

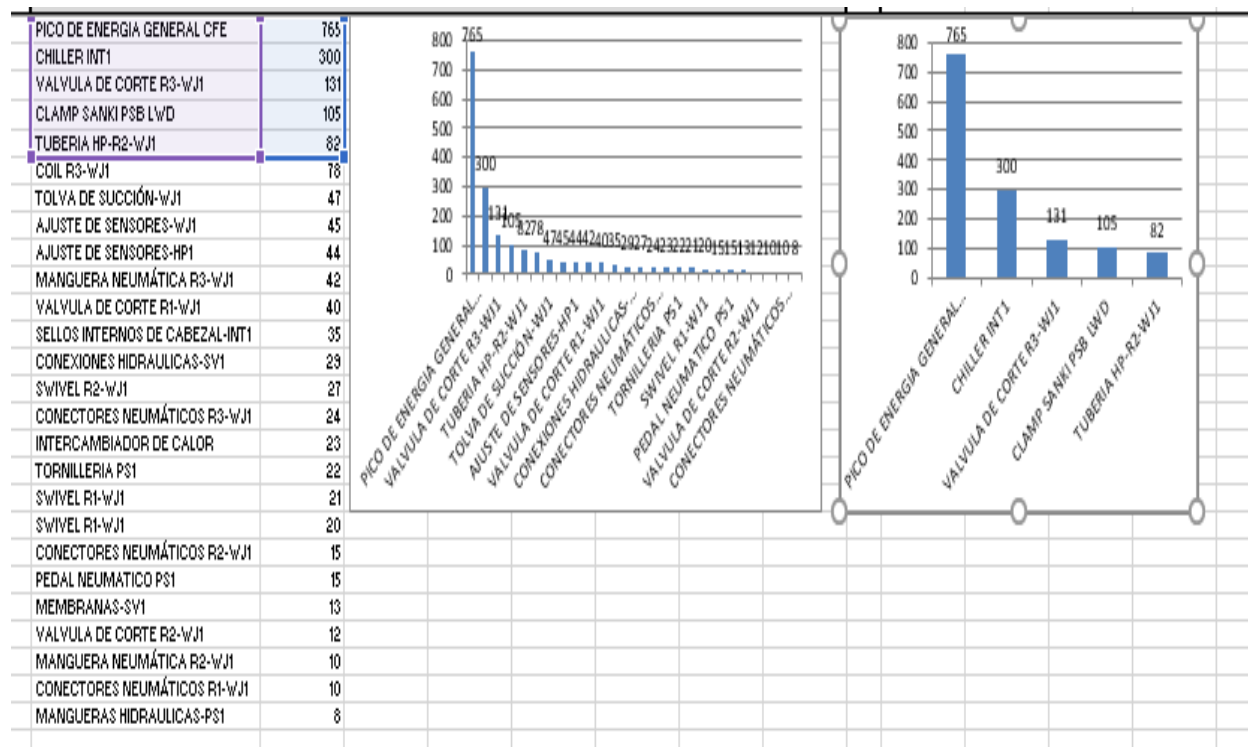


Ilustración 27 paros de línea graficados

**Mes de Mayo de 2020**

LÍNEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTTR</b>	<b>29.00</b>					
<b>MTBF</b>	<b>1070</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>97.29%</b>				39	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>39</b>				<b>NUMERO DE FALLOS</b>	
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>2</b>					
		$MTTR = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MTTQ}}{\text{NÚMERO DE REPARACIONES}}$				
<b>% PARO</b>	<b>3.64%</b>	$MTBF = \frac{\text{TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO}}{\text{NUMERO DE PARADAS}}$				
<b>MTTR</b>	<b>20</b>					
<b>MTBF</b>	<b>516</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>96.36%</b>					
		MES	AÑO			
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>1,070</b>	<b>31485</b>			

Ilustración 28 mes de mayo de 2020

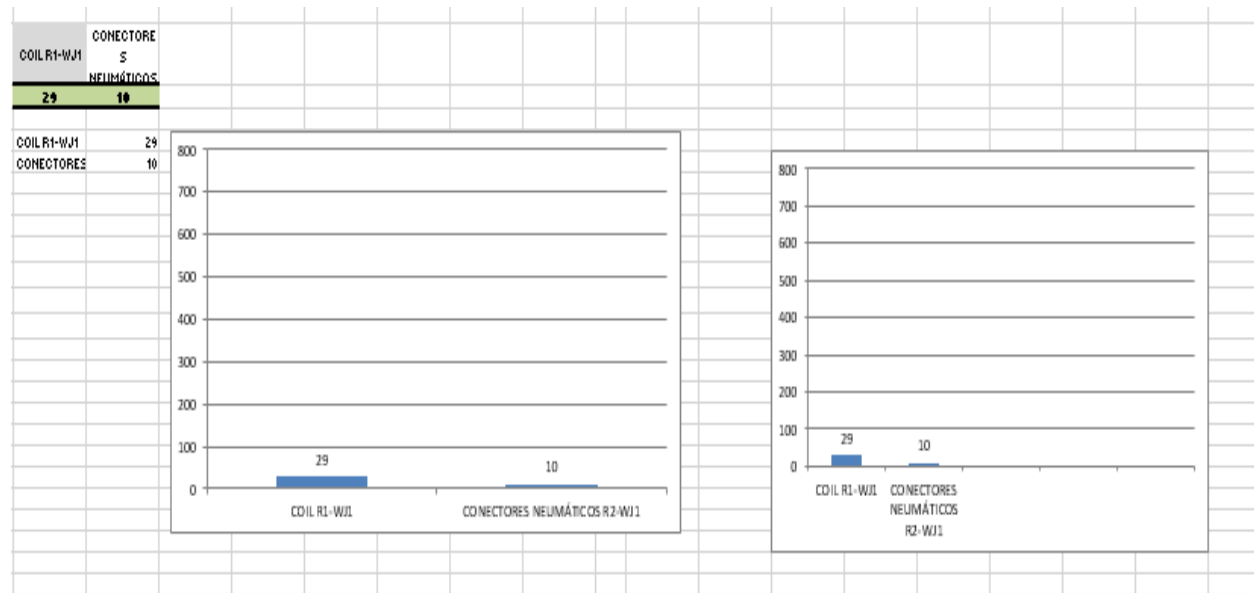


Ilustración 29 paros de línea graficados

**Mes Junio 2019**

LINEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
					0	
<b>TOTAL POR SEMANA</b>	<b>0.00%</b>	<b>0</b>			<b>0</b>	
<b>MTTR</b>	<b>0.00%</b>					
<b>MTBF</b>	<b>0.00%</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>100.00%</b>				585	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>585</b>	<b>MTTR = TIEMPO TOTAL DE MTTR</b>				
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>25</b>	<b>NÚMERO DE REPARACIONES</b>				
<b>% PARO</b>	<b>2.34%</b>	<b>MTBF = TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO</b>				
<b>MTTR</b>	<b>23</b>	<b>NUMERO DE PARADAS</b>				
<b>MTBF</b>	<b>1000</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>97.66%</b>					
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>	<b>25,010</b>	<b>31485</b>				

Ilustración 30 mes de junio 2019

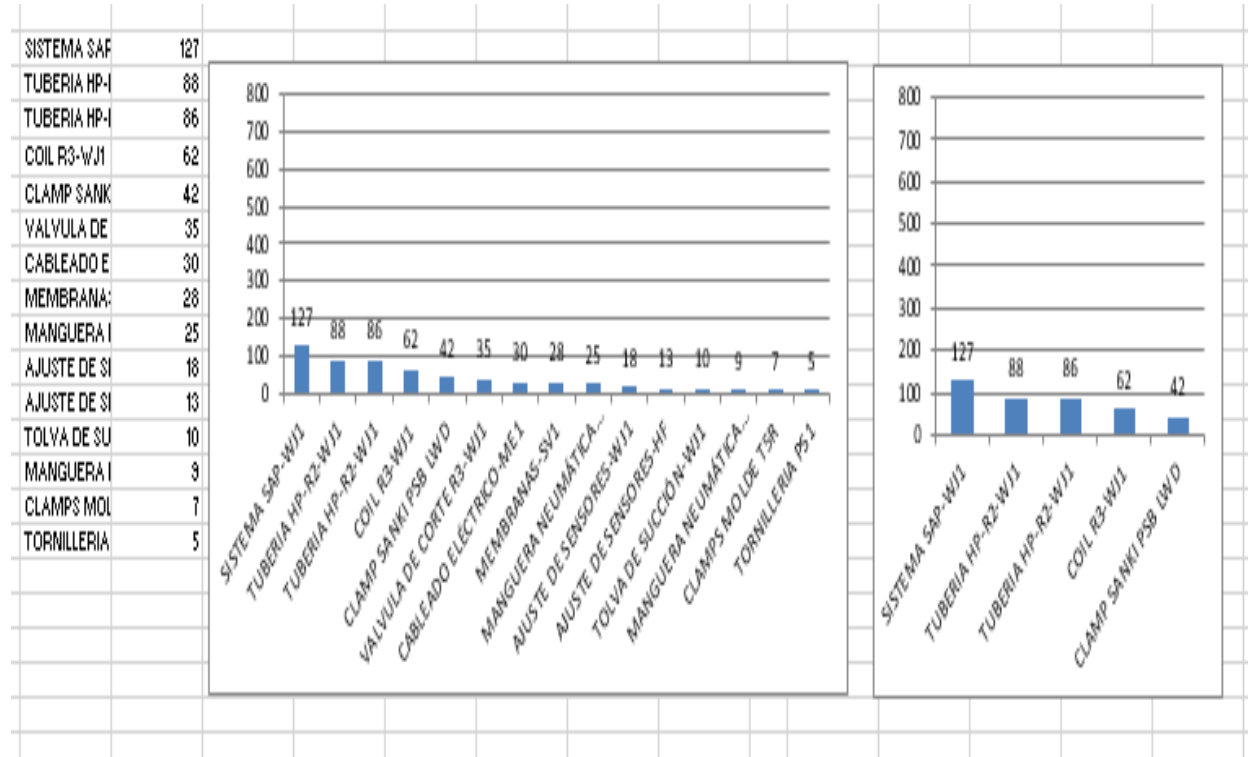


Ilustración 31 paros de línea graficados

## Mes de Junio de 2020

LÍNEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTBF</b>	<b>3514</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.52%</b>				848	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>848</b>				<b>NUMERO DE FALLOS</b>	
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>31</b>	<b>MTTR =</b>	<b>TIEMPO TOTAL DE MTTQ / NÚMERO DE REPARACIONES</b>			
<b>% PARO</b>	<b>6.03%</b>	<b>MTBF =</b>	<b>TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO / NUMERO DE PARADAS</b>			
<b>MTTR</b>	<b>27</b>					
<b>MTBF</b>	<b>426</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>93.97%</b>					
		MES	AÑO			
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>14,056</b>	<b>31485</b>			

Ilustración 32 mes de junio 2020

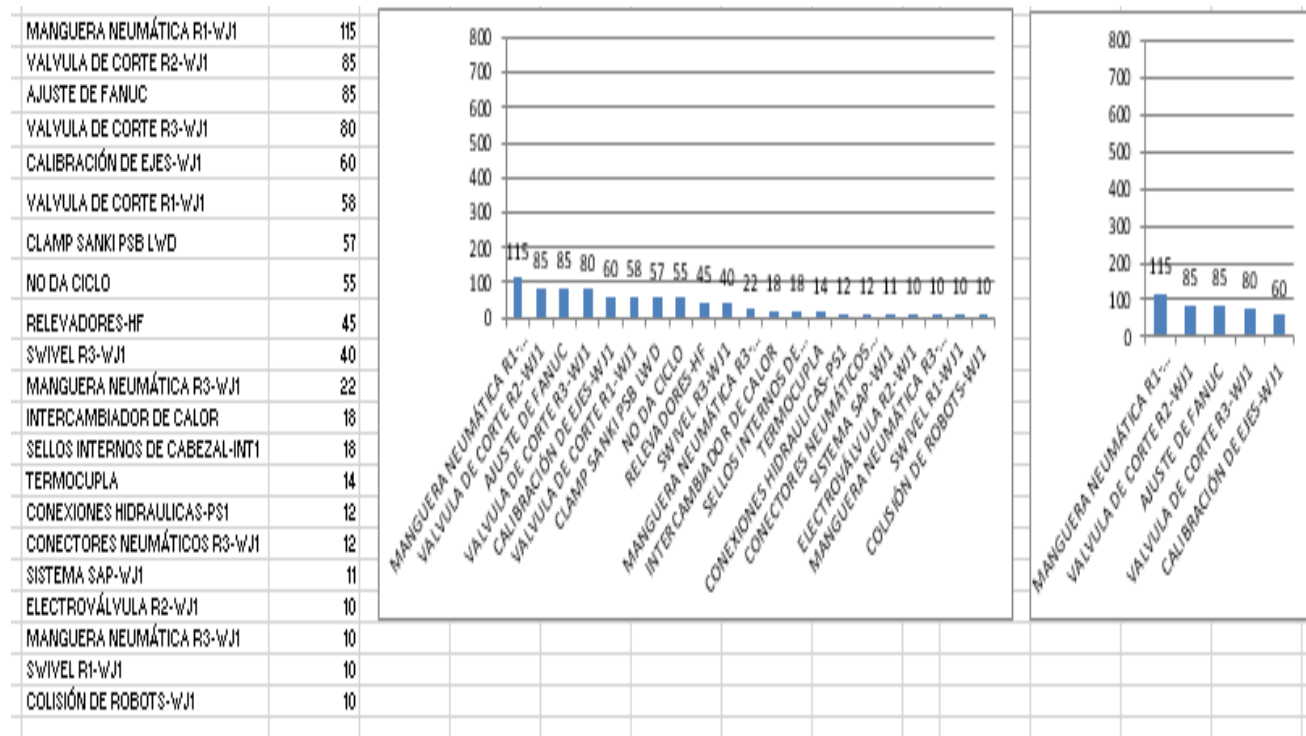


Ilustración 33 paros de línea graficados

**Mes de Julio de 2019**

LINEA 4	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
MTRR	100.00%					
MTBF	100.00%					
DISPONIBILIDAD	100.00%				285	TOTAL FALLAS POR MES
<b>MENSUAL</b>						
MINUTOS TOTALES	285					
NUMERO DE FALLOS	4					
% PARO	2.05%	MTRR = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MTTD}}{\text{NUMERO DE REPARACIONES}}$				
MTRR	71	MTBF = $\frac{\text{TIEMPO TOTAL DISPONIBLE} - \text{TIEMPO PERDIDO}}{\text{NUMERO DE PARADAS}}$				
MTBF	3469					
DISPONIBILIDAD	97.95%					
MINUTOS LABORABLES POR MES		13.875				

Ilustración 34 mes de julio 2019

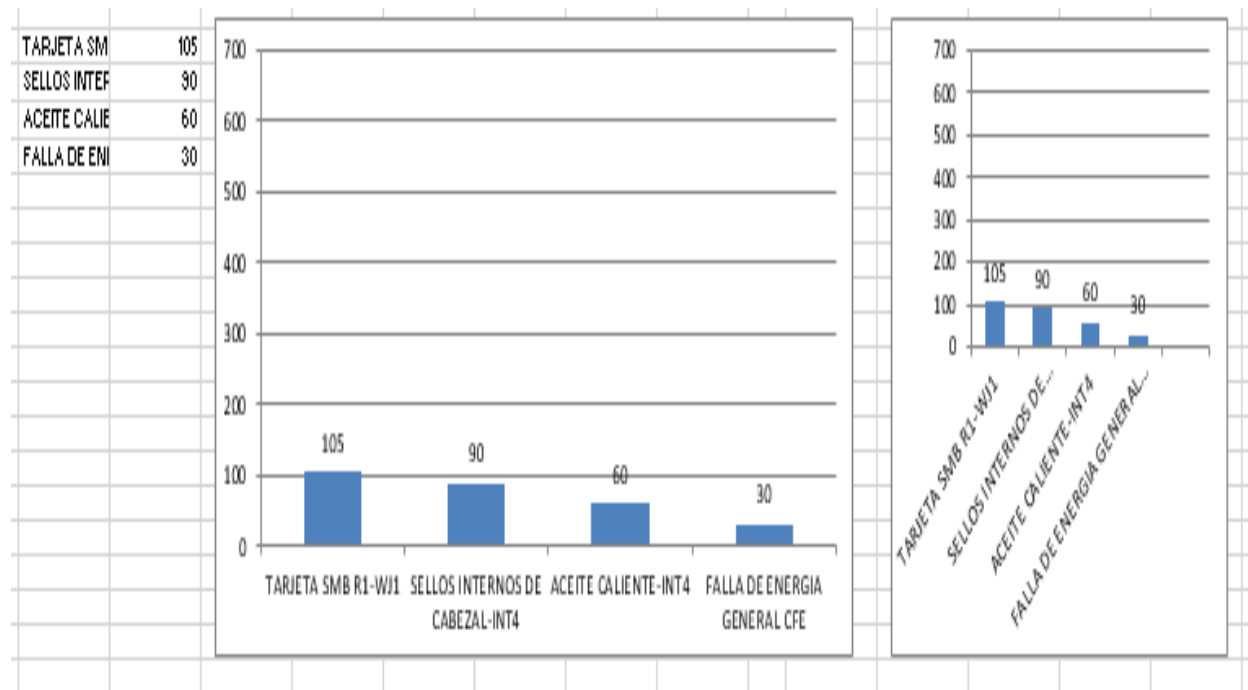


Ilustración 35 paros de línea graficados

**Mes de Julio 2020**

LÍNEA 1	% DEL DA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTTR</b>	<b>15.00</b>					
<b>MTBF</b>	<b>10275</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.85%</b>				622	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					<b>NUMERO DE FALLOS</b>
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>622</b>					
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>16</b>					
<b>% PARO</b>	<b>3.03%</b>	<b>MTTR = TIEMPO TOTAL DE MTTQ</b>				
<b>MTTR</b>	<b>39</b>	<b>NUMERO DE REPARACIONES</b>				
<b>MTBF</b>	<b>1246</b>	<b>MTBF = TIEMPO TOTAL DISPONIBLE - TIEMPO PERDIDO</b>				
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>96.97%</b>	<b>NUMERO DE PARADAS</b>				
		MES	AÑO			
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>20,550</b>	<b>31485</b>			

Ilustración 36 mes de julio 2020

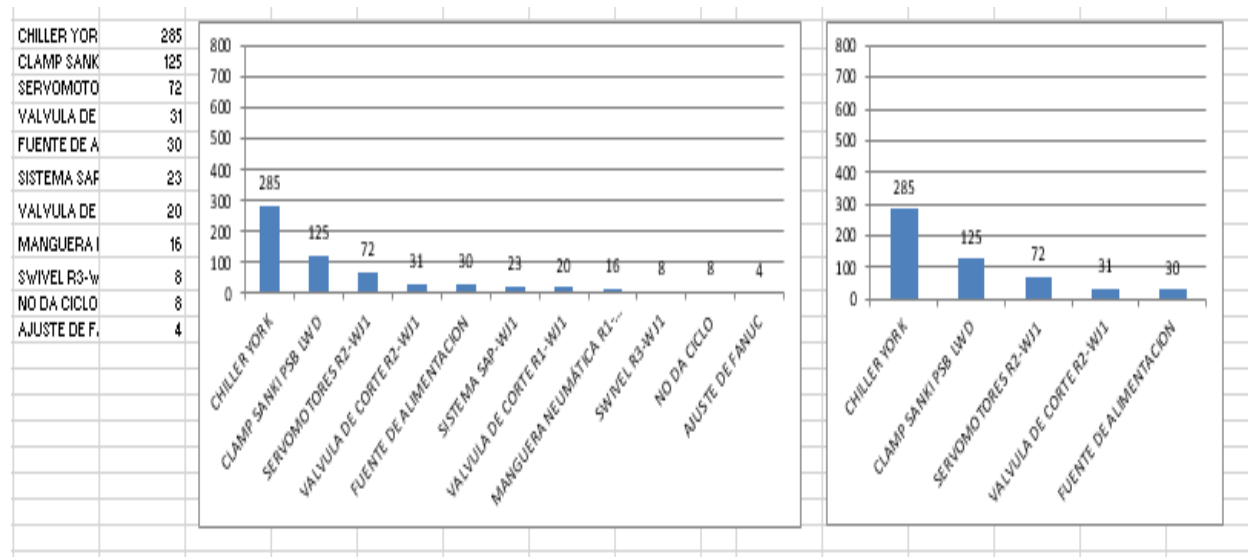


Ilustración 37 paros de línea graficados

## Mes de Agosto 2019

LINEA 1	% DEL DIA	PAROS (MIN)	DIAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTR</b>	<b>25.29</b>					
<b>MTBF</b>	<b>4547.142857</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.44%</b>				1371	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>1371</b>					
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>45</b>					
<b>% PARO</b>	<b>4.31%</b>					
<b>MTR</b>	<b>30</b>					
<b>MTBF</b>	<b>707</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>95.69%</b>					
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>	<b>31,830</b>	<b>31485</b>				

Ilustración 38 mes de agosto de 2019

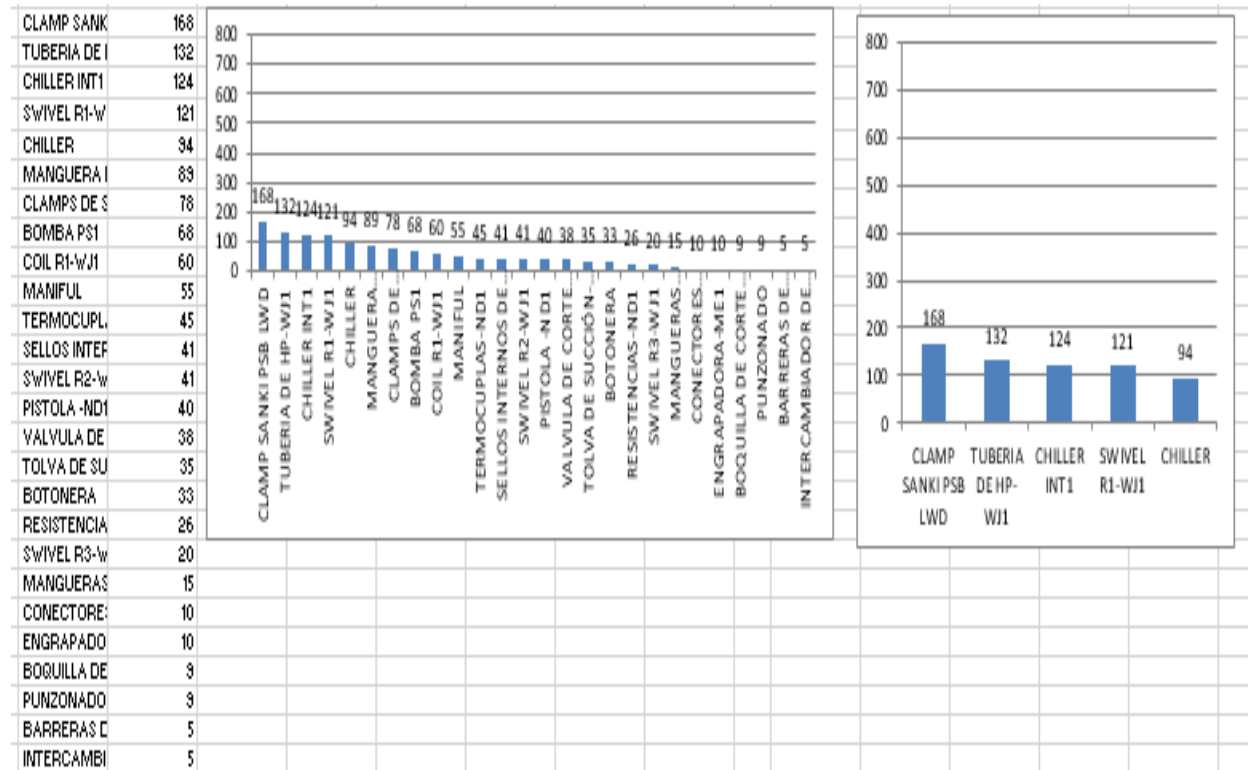


Ilustración 39 paros de línea graficados



**Mes de Agosto 2020**

LÍNEA 1	% DEL DÍA	PAROS (MIN)	DÍAS DEL MES	MIN LABORABLES	NO. FALLOS	TURNO
<b>MTTR</b>	<b>26.00</b>					
<b>MTBF</b>	<b>24715</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>99.89%</b>				499	<b>TOTAL FALLAS POR MES</b>
	<b>MENSUAL</b>					
<b>MINUTOS TOTALES</b>	<b>499</b>					<b>NUMERO DE FALLOS</b>
<b>NUMERO DE FALLOS</b>	<b>17</b>					
		<b>MTTR = <math>\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MTTR}}{\text{NÚMERO DE REPARACIONES}}</math></b>				
<b>% PARO</b>	<b>2.02%</b>	<b>MTBF = <math>\frac{\text{TIEMPO TOTAL DISPONIBLE} - \text{TIEMPO PERDIDO}}{\text{NUMERO DE PARADAS}}</math></b>				
<b>MTTR</b>	<b>29</b>					
<b>MTBF</b>	<b>1424</b>					
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>97.98%</b>					
		MES	AÑO			
<b>MINUTOS LABORABLES POR MES</b>		<b>24,715</b>	<b>31485</b>			

Ilustración 40 mes de agosto de 2020

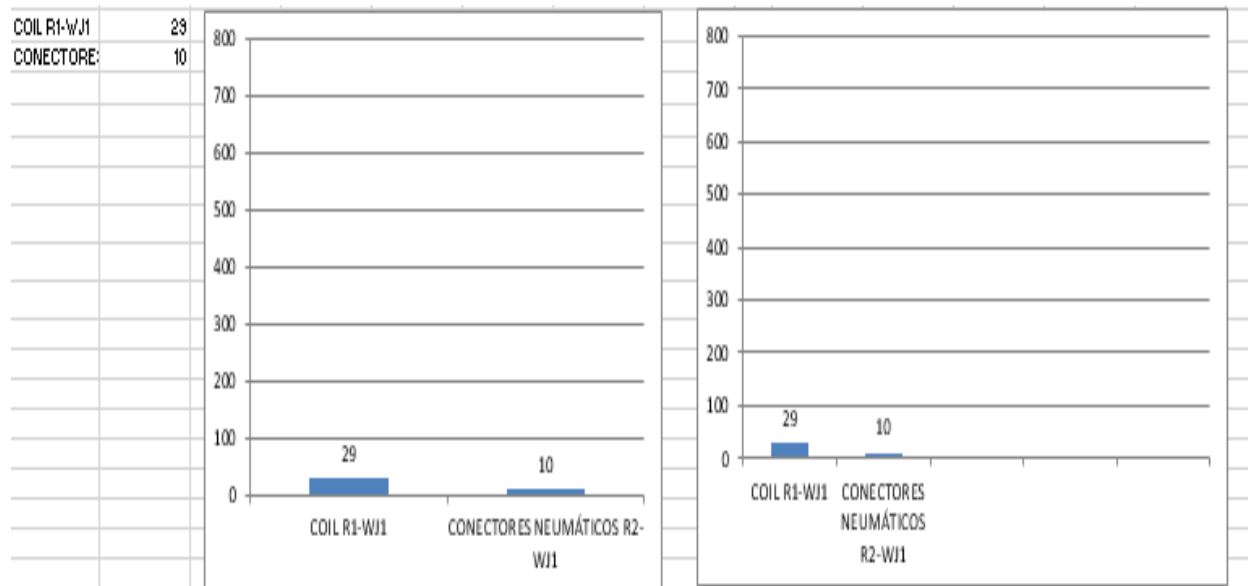


Ilustración 41 paros de línea graficados

En el conglomerado del tiempo de paro que es objeto de estudio se comparan solo los relacionados con los componentes que son directamente responsables de la maquinaria afectada por las altas temperaturas del agua y estos están expresados en la siguiente tabla. Cabe mencionar que en un principio se tenía como objetivo disminuir en un 15% el desperdicio de tiempo el resultado obtenido fue el siguiente:

En 2019 con un tiempo de paro de 3514 minutos tiene un porcentaje de paro del 0.01685

En 2020 con un tiempo de paro de 1156 minutos tiene un porcentaje de paro del 0.00859

Mostrando una diferencia porcentual de .00826% entre las dos cantidades.

### **Tabla comparativa de porcentajes**

Periodo	Minutos totales de paro	% de paro
Enero – Agosto 2020	1156	0.00859
Enero – Agosto 2019	3514	0.01685

MES 2019	TIEMPO TOTAL PRODUCTIVO	MES 2020	TIEMPO TOTAL PRODUCTIVO
ENERO	31653	ENERO	28930
FEBRERO	26880	FEBRERO	24720
MARZO	27305	MARZO	20500
ABRIL	21470	ABRIL	
MAYO	30495	MAYO	1070
JUNIO	25010	JUNIO	14056
JULIO	13875	JULIO	20550
AGOSTO	31830	AGOSTO	24715
TOTAL DE TIEMPO PRODUCTIVO	208518		134541
PORCENTAJE DE PARO	1.69%		0.859%

Ilustración 42 porcentaje de paro

## Tendencia de paros de línea por año

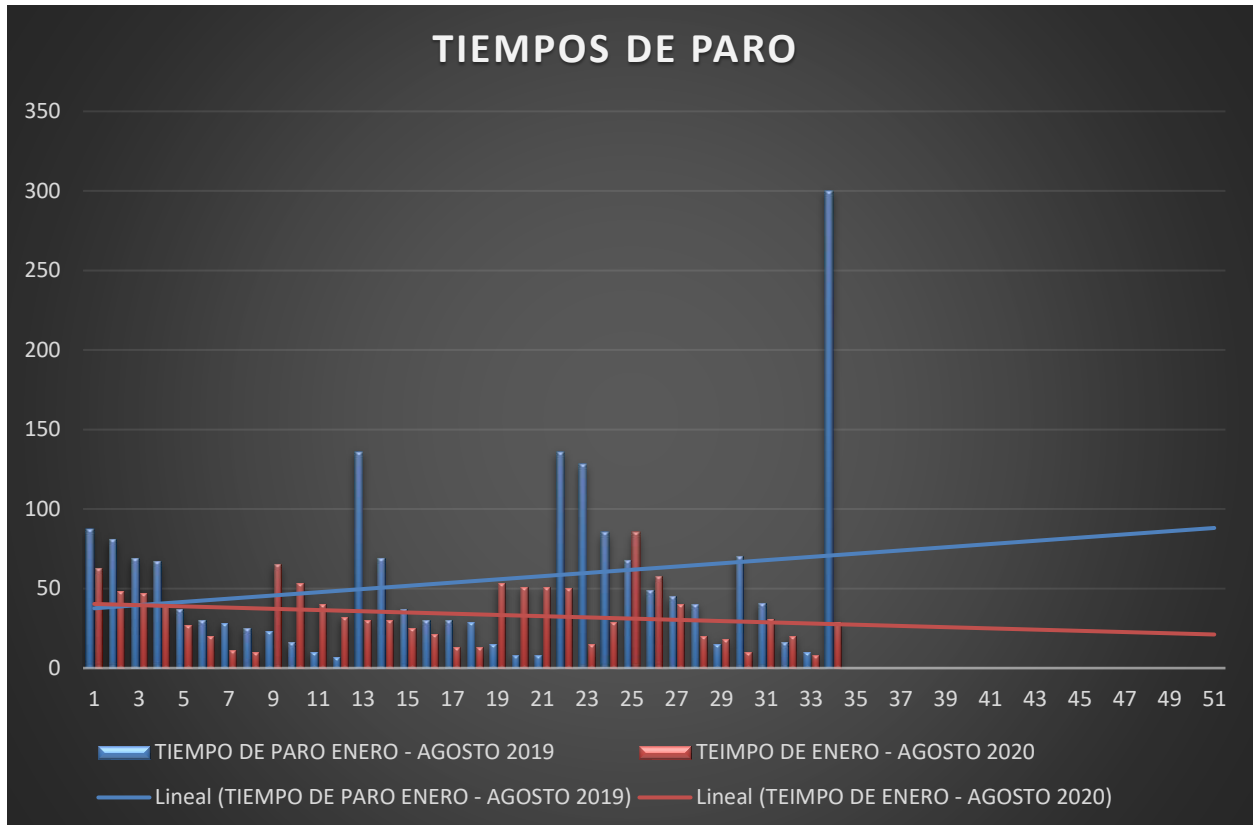


Ilustración 43 tendencia de paros por año

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES

#### Conclusión

Podemos afirmar dados los resultados aquí presentados que: primero la ubicación del dispositivo añadido a la maquina fue optima ya que no genera ningún tipo de obstrucción o fallo dentro del funcionar y accionar de la máquina, así como se concluye que todos los elementos seleccionados para la instalación del equipo fueron adecuados ya que no ocasionan ningún tipo de alteración en la calidad del agua suavizada, podemos decir que

el tiempo que se dio seguimiento al intercambiador de calor fue correcto y se puede ver que continua con esta tendencia de funcionamiento.

Se puede afirmar que la instalación del equipo intercambiador de calor en tanque de agua suavizada logro el objetivo de optimizar el funcionamiento de todos los componentes que componen la maquina logrando reducir el tiempo muerto que era generado por fallo de fuga de agua en componentes, tanto de intensificador como de tuberías, válvulas mecánicas y boquillas involucradas, los resultados presentados pueden y deben ser valorados, en cuanto a la situación del resto de las maquinas en la que tenemos estos mismos problemas de partes dañadas y tiempos muertos en líneas de corte las cuales utilizan el mismo equipo de corte por chorro de agua.

Los datos obtenidos en esta investigación son importantes debido a que contamos en planta con varios equipos que son iguales los cuales pueden verse beneficiados al instalar esta mejora para su funcionamiento ya que esto es medible y real.

Es claro que aún queda pendiente el estudio de condiciones y autorización para la instalación en el resto de los equipos que realizan el mismo trabajo, ya que de ser autorizada la instalación en estos podremos disminuir de manera significativa la cantidad de tiempo que se genera por daños ocasionados en los componentes que integran la máquina.

Podemos afirmar que la instalación del intercambiador de calor para tanque de agua suavizada ha sido un éxito rebasando las expectativas proyectadas en un principio y logrando una certeza de funcionamiento y un tiempo de vida de todos sus componentes de mayor tiempo, así como una gran disminución de los tiempos muertos en horas productivas.

## CAPÍTULO 7

### COMPETENCIAS DESARROLLADAS

- Capacidad de análisis de información: aplicada en el momento de revisar y expresar todos los documentos parte de este proyecto.
- Capacidad de análisis estadístico: aplicado en la realización de tablas de este documento.
- Habilidades sociales, interactuar en ambientes cerrados y hostiles: aplicada en la negociación de la adquisición de los componentes para este proyecto.
- Interpretación de la comunicación verbal, no verbal, corporal y kinestésica: aplicada en el momento de solicitud de apoyo para la parte de ensamble del dispositivo.
- Solución de problemas: aplicada al momento de la selección de posición e instalación del dispositivo.
- Orientado a objetivos: aplicada en la obtención y más del objetivo planteado.
- Apego a normas: aprendida ya que el dispositivo no debía alterar la calidad del agua suavizada.
- Capacidad de aprendizaje: aprendida en el momento de adquirir alguna herramienta nueva para el desarrollo de este dispositivo.
- Comunicación efectiva: aplicada las personas involucradas siempre tuvieron la certeza de las actividades a realizar y los resultados esperados.
- Trabajo en equipo: aplicada se cuenta con el apoyo de compañeros de área.
- Actitud de servicio: aprendida ya que dispositivo es un aditamento complementario que sirve para un cliente que es el proceso que le sigue.
- Compromiso – cumplimiento de tareas: aplicado todas las actividades fueron en tiempo y forma.

- Integridad: aplicada toda la investigación fue hecha en base a la honestidad y principios que rigen nuestra sociedad.
- Inteligencia emocional: aplicada al momento de tener algún problema o falta de algún componente se logra mantener la inteligencia para poder resolver con creatividad la falta del recurso.
- Respeto por las personas: aplicado siempre dando el mismo valor a todos mis compañeros.
- Mejora continua: aplicada el dispositivo instalado es funcional y mejora el funcionamiento de la máquina.
- Lectura de planos: aplicada en el sentido de la dimensión de la maquina y la selección del lugar en el que quedaría la instalación del dispositivo.

## CAPÍTULO 8

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### BIBLIOGRAFÍA

- Académicos, P. (01 de 01 de 2020). *OBS BUSINESS SCHOOL*. Obtenido de El Método PDCA ¿qué es y para qué puede servirme?: <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/el-metodo-pdca-que-es-y-para-que-puede-servirme>
- anonimo. (14 de 02 de 2020). *¿Qué es la suavización de agua?* Obtenido de Carbotecnia: <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/suavizadores-y-desmineralizadores/suavizacion-de-agua/>
- Belinchón Cerezo, A. (01 de 01 de 2002). *LA GESTION DE LA CALIDAD Y EL CICLO PDCA*. Obtenido de CONCEPCION DINAMICA DE LA CALIDAD: [http://deporteparatodos.com/imagenes/documentacion/ficheros/20080418181634rafael\\_galan.PDF](http://deporteparatodos.com/imagenes/documentacion/ficheros/20080418181634rafael_galan.PDF)
- Burnham, C. (01 de 06 de 2015). *flow water jet*. Obtenido de La guía definitiva del corte: [https://www.flowwaterjet.com/FlowWaterjet/media/Flow/8\\_Footer/Resources/Downloads/ebooks/The-Ultimate-Guide-Waterjet\\_SP.pdf](https://www.flowwaterjet.com/FlowWaterjet/media/Flow/8_Footer/Resources/Downloads/ebooks/The-Ultimate-Guide-Waterjet_SP.pdf)
- GestioPolis.com, E. (02 de 04 de 2001). *GESTIOPOLIS*. Obtenido de ¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación: <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/>
- VELÁSQUEZ, C. B. (2010). *Trabajo de grado para lograr el Título de Ingeniero Mecánico*. MEDELLIN: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA.

## CAPÍTULO 9

### ANEXOS