



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE MECATRÓNICA

### “Reconstrucción y puesta en marcha de Restregadora Warrior ST™”

**Alumno: Irving Abel León de Luna.**

Nombre de la Empresa y Logo  
**MAHLE Componentes de Motor de México**



**Nombre del asesor externo**

Fernando Javier Gonzales.

**Nombre del asesor interno**

Fernando García Vargas.

**Lugar y fecha:** Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. 30 de noviembre del 2019.

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

Quiero darle las gracias a mi madre, Rosa Laura de Luna Herrera, mi Abuelita María Rosa de Luna Manríquez y a mi tío José Alfredo de Luna Herrera por todo su esfuerzo y el apoyo que me brindaron antes, durante y sin duda sé que me seguirán apoyando después de mi carrera. De igual manera agradezco a todos mis hermanos, José Fráncico, José de Jesús, Laura Benilde, Ricardo Etsoel y Evelin Joselyn por ser una parte muy importante de mi vida y les doy las gracias a cada uno de ellos ya que siempre me apoyaron en lo que necesité.

Gracias al Tecnológico de Pabellón de Arteaga por ser mi segunda casa por casi 5 años, gracias a esta escuela pude desarrollar muchos de mis valores y conocimientos. Quiero agradecer a todos los ingenieros y maestros que me impartieron clases durante toda mi carrera, a cada uno de ellos le doy las gracias, porque con gusto y admiración puedo decir que aprendí demasiado de ellos, todas sus experiencias en el ámbito laboral y sus conocimientos, son los que hicieron y han hecho posible mi formación profesional, y sé que sus enseñanzas y experiencias me servirán en toda mi formación profesional para desempeñarme en el ámbito laboral como un buen ingeniero Mecatrónico.

Quiero agradecerle a la empresa MAHLE por haberme dado la oportunidad de realizar mis residencias profesionales ya que para mí fue una gran experiencia conocer el ambiente laboral el cual aprendí mucho.

Agradezco a mis tutores, ING. Fernando García Vargas y el ING. Fernando Javier González Castañeda, por el apoyo y consejos para la elaboración de mi proyecto de residencias profesionales, así como de este documento.

### **3. Resumen.**

En este reporte se hablará del proyecto Reconstrucción y puesta en marcha de la restregadora Warrior perteneciente a la empresa MAHLE, utilizada para la limpieza de los suelos de toda la planta. Es una máquina que tiene un par de años sin funcionar, esto porque algunas de las piezas fueron sustraídas como refacción para otra máquina funcional que tiene la empresa, por tal motivo es una máquina que se encuentra totalmente deshabilitada. A lo largo del documento se explicará desde la verificación del estado de la máquina restregadora, hasta la reconstrucción de esta misma haciendo el uso de la metodología PDCA (Plan, do, check, act). En el proyecto se presentan diferentes tipos de problemas los cuales fueron corregidos de acuerdo al tiempo y las piezas con las que la empresa contaba. Se explicará detalladamente cada una de las actividades para que la sean terminadas satisfactoriamente las cuales se divide en 6 etapas.

Etapas uno: Verificación de manual de operación, esto para conocer cada uno de los sistemas y saber cuál es su funcionamiento.

Etapas dos: Revisar la máquina físicamente para determinar cuáles piezas son las faltantes.

Etapas tres: Realizar las cotizaciones de piezas.

Etapas cuatro: Realizar requisiciones a la empresa MAHLE para que realicen la compra.

Etapas cinco: Realizar la reconstrucción y puesta en marcha de la restregadora.

La etapa cinco es la más importante, ya que es donde se presentaron problemas frecuentemente, por tal motivo se realizó un diagrama de Ishikawa donde se detectaban las posibles causas por las cuales el proyecto se retrasaba, lo cual llevó a cabo realizar un Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), en el cual se detectan los principales problemas, severos y si son detectados a tiempo para tomar medidas correctivas las cuales mejoren el proceso de reconstrucción de la restregadora.

## **4. Índice.**

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos.....	2
3. Resumen.....	3
4. Índice.....	4
Lista de tablas.....	6
Lista de Figuras.....	6
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
5.- Introducción.....	8
6. Descripción de la empresa.....	9
6.1.0 Antecedentes.....	9
6.1.1 Anillos para motor.....	10
6.1.2 Anillo superior.....	10
6.1.3 Segundo anillo.....	10
6.1.4 Anillo de control de aceite SS-50U.....	11
6.1.5 Principales clientes.....	12
6.1.6 Misión <sup>º</sup> .....	12
6.1.7 Visión.....	12
6.1.8 Valores.....	12
6.1.9 Organigrama del área.....	13
6.2.0 Descripción del área o departamento.....	13
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	14
8. Justificación.....	15
9. Objetivos.....	16
9.1 Objetivo general.....	16
9.2 Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	17
10. Marco Teórico.....	17
10.1 Restregadoras WARRIOR™ ST.....	17
10.2 Metodología PDCA.....	19
10.4 Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF).....	22
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	26

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	26
11.1 Revisión manual de barredora Warrior ST™ .....	26
11.2 Revisión física del equipo. ....	26
11.3 Determinar requerimientos de sistemas. ....	27
11.4 Solicitar cotizaciones de refacciones para sistemas de la restregadora. ....	27
11.5 Elaborar requisiciones .....	27
11.6 Armado y puesta en marcha de la restregadora.....	27
11.7 Cronograma de actividades.....	29
CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....	30
12. Resultados .....	30
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES .....	38
14. Conclusiones del Proyecto .....	38
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	39
15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....	39
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	40
16. Fuentes de información.....	40
Referencias de Libros .....	40
Referencias de Revistas .....	40

### **Lista de tablas**

Tabla 1 Rangos de Probabilidad para AMEF. (Ref. 5)

Tabla 2 Rangos de severidad para AMEF. (Ref. 5)

Tabla 3 Rangos de severidad para AMEF. (Ref. 5)

Tabla 4 Metodología PDCA aplicada.

Tabla 5 Cronograma de actividades.

Tabla 6 Lista de refacciones a cotizar.

Tabla 7 Análisis del Modo y Efecto de Fallas de la restregadora Warrior ST.

### **Lista de Figuras**

Fig. 1 Clientes de MAHLE

Fig. 2 Organigrama del área.

Fig. 3 Restregadora Warrior.

Fig. 4 Metodología PDCA

Fig. 5 Diagrama de Ishikawa.

Figura 6 Análisis del Modo y Efecto de Fallas.

Fig.7 Manual de uso y refacciones de la restregadora.

Fig. 8-a, 8-b y 8-c Muestra el estado de la restregadora al iniciar el proyecto.

Fig. 9 Lista de códigos para requisiciones correspondientes.

Fig. 10-a Representa el pedal de control totalmente deshabilitado, 10-b El punto rojo enmarca la ubicación de la pequeña fisura del tanque y la Fig. 10-c Representa el sistema de disco totalmente desarmado.

Fig. 11 Muestra la cotización de las refacciones.

Fig. 12 Tanque soldado con polietileno de baja densidad.

Fig. 13 Transmisión electromecánica de la restregadura reparada.

Fig. 14 Electroválvula y transmisión montados en chasis.

Fig. 15-a Sistema fregado de discos y 15-b Montaje del sistema fregado de discos en el chasis.

Fig. 16 Pedal de control reparado y montado a la restregadora.

Fig.17-a y 17-b Muestra el funcionamiento del cargador.

Fig. 18-a Sistema enjuagador de agua desarmado, Fig. 18-b Sistema armado y montado al chasis de la restregadora.

Fig. 19 Instalación de bomba de vacío y conexiones de mangueras.

Fig. 20 Diagrama de causa y efecto del problema presentado.

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5.- Introducción**

En este documento se muestra el desarrollo del proyecto “Reconstrucción y puesta en marcha de restregadora Warrior ST™”, perteneciente a la empresa MAHLE (Componentes de Motor de México, S. de R.L. de C.V) La máquina servirá para limpiar los pisos de la empresa sin desgaste físico de la persona y en menor tiempo. A lo largo de este trabajo se expondrá el estado de la máquina restregadora al inicio del proyecto ya que estaba totalmente deshabilitada hasta la reconstrucción total de ella. La empresa MAHLE cuenta con el manual de operación y refacciones, lo cual facilito el proceso de armado para analizar cada uno de los sistemas y comprender el funcionamiento de ellos para localizar las piezas faltantes y realizar las requisiciones a la empresa. Una vez teniendo se prosigue con el armado de ella y realizar pruebas para verificar el funcionamiento. Durante el transcurso del tiempo se realizó un diagrama de Ishikawa para determinar las causas comunes que impedían que el proyecto fluyera adecuadamente de acuerdo al plazo establecido por el asesor de la empresa para determinar decisiones correctas.

## **6. Descripción de la empresa**

### **6.1.0 Antecedentes**

La historia de éxito comienza en 1920 cuando los pistones de hierro fundido gris pesado se usaban en motores de combustión interna para automóviles. Los hermanos MAHLE contrarrestaron esta tendencia al producir pistones de aleación ligera en su pequeña empresa de reciente creación, pero la tecnología aún es delicada y los problemas surgen con frecuencia. Para mantener la suciedad y el polvo fuera del motor, eventualmente también desarrollaron filtros de aire y aceite. Su perseverancia dio sus frutos: los pistones de aleación ligera comenzaron a dominar el mercado.

Hoy en día, la mitad de todos los automóviles producidos en el mundo contienen componentes MAHLE.

MAHLE se ha desarrollado desde un pequeño taller de pruebas hasta un grupo globalmente activo y tecnológicamente líder.

Actualmente MAHLE se encuentra en los cinco continentes. En cerca de 170 localidades de producción y 16 centros de investigación y desarrollo con un total aproximado de 78,000 empleados.

En México, MAHLE cuenta con 20 localidades con más de 5,500 empleados comprometidos con el cumplimiento de los requisitos de alta en la competencia de desarrollo, calidad, fiabilidad, garantizando así la entrega y las buenas relaciones y confianza con nuestros clientes y proveedores.

Durante casi 90 años, MAHLE ha contado entre los principales fabricantes internacionales de componentes de alta calidad para la industria del motor del automóvil. Pionera innovaciones han hecho MAHLE un socio confiable y exitosa a sus clientes. Hoy en día, el Grupo MAHLE suministra una amplia gama de componentes de alta calidad y sistemas de los fabricantes más conocidos de los motores de combustión interna en todo el mundo. Nuestra amplia gama de productos se divide en las siguientes líneas de productos:

- Sistemas de Pistones.
- Componentes de Cilindros.
- Válvula de sistemas de trenes.

- Los sistemas de gestión.
- Sistemas de Gestión del Líquidos.

**En MAHLE Aguascalientes se trabaja con:**

### ***6.1.1 Anillos para motor***

Los anillos o aros son piezas circulares de sección generalmente rectangular, que se adaptan en el émbolo o pistón a una ranura practicada en él y que sirve para hacer estancia o hermética o aislada la cámara del pistón o émbolo sobre las paredes del cilindro.

### ***6.1.2 Anillo superior***

El sellado seguro de la compresión permite obtener el máximo de la fuerza producida por el motor. Los anillos o aros superiores de Sealed Power son fabricados para lograr un asentamiento instantáneo y superior para que el sellado del cilindro (émbolo) sea óptimo.

### ***6.1.3 Segundo anillo***

El segundo anillo o aro Sealed Power está fabricado de hierro S. A. E. – J929A lo que proporciona una durabilidad excelente y un superior control de aceite. La función primordial del segundo anillo es el control del aceite, el diseño del anillo con una cara cónica le permite funcionar como una raspadora, reduciendo de esta manera la posibilidad de que el aceite pase a la cámara de combustión. El diseño especial de este segundo anillo Sealed Power permite una ruta de escape para los gases de combustión residuales, reduciendo así, la presión entre los anillos y manteniendo el anillo superior asentado en su ranura. Sin esta ruta de escape la presión atrapada levantaría el anillo superior causando vibraciones y reduciendo el sellado en altas revoluciones.

#### **6.1.4 Anillo de control de aceite SS-50U**

El anillo o aro de aceite de acero inoxidable SS-50U se considera el mejor diseñado de la industria para el control de aceite, es de construcción robusta en forma de caja para eliminar la vibración y la deformación en motores de altas RPM.

Los expansores SS-50U se fabrican en acero inoxidable electro-pulido para obtener una superficie suave y resistente a la corrosión. Este diseño único permite, a los anillos o aros, mantener una presión constante en condiciones de alta temperatura y también ajustarse a las paredes de los cilindros o émbolos aun cuando éstos estén gastados y deformados. Los rieles de aceite cromado son presentados en la fábrica permitiendo la distribución de aceite tan pronto se enciende el motor, provee un control de aceite máximo y permite una ruta de retorno excelente en el barrido de aceite.

La planta de Naucalpan suministra castings a la planta de Aguascalientes para la fabricación de anillos de compresión de hierro. Ambas plantas tienen la misma razón social, pero, para fines operativos, su relación es de proveedor – cliente, respectivamente.

Sealed Power Autopartes, S.A. de C.V. divide su mercado en dos marcas de producto CarPro que incluye los anillos de Equipo Original para clientes como Chrysler, New Holland, Perkins, GM además de anillos de Servicio de Equipo Original; también distribuye a sus centros de distribución en la Ciudades de México y Saltillo.

Los mercados de exportación son para E.U. por medio de la exportadora del Grupo Condumex en la frontera, y resto del mundo. Perfect Circle de APSA es fabricado también en la planta de Aguascalientes después de la adquisición de dicha compañía.

En el año 2007 deja de ser parte de grupo Carso para ser parte de la empresa alemana MAHLE cambiando su razón social a MAHLE Componentes de Motor de México. Iniciando un proceso de expansión, crecimiento y de oportunidades.

Durante casi 90 años, MAHLE se encuentra entre los principales fabricantes internacionales de componentes de alta calidad para la industria del motor del automóvil. Pionera innovaciones han hecho MAHLE un socio confiable y exitosa a sus clientes. Hoy en día, el Grupo MAHLE suministra una amplia gama de componentes de alta calidad y sistemas de los fabricantes más conocidos de los motores de combustión interna en todo el mundo.

### 6.1.5 Principales clientes

Dentro de nuestros clientes contamos con los fabricantes de motores de combustión interna más reconocidos a nivel mundial como Ford, General Motors y Chrysler.



Fig. 1 Clientes de MAHLE

### 6.1.6 Misión

“Diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de anillos de pistón, dirigidos al mercado de motores de combustión interna y compresores, garantizando la satisfacción de nuestros clientes, nuestro personal y de los accionistas”.

### 6.1.7 Visión

“Nos vemos con productos desarrollados acorde de las necesidades de nuestros clientes, convirtiéndonos en una importante opción en el mercado por calidad, innovación, eficiencia y entregas a tiempo”.

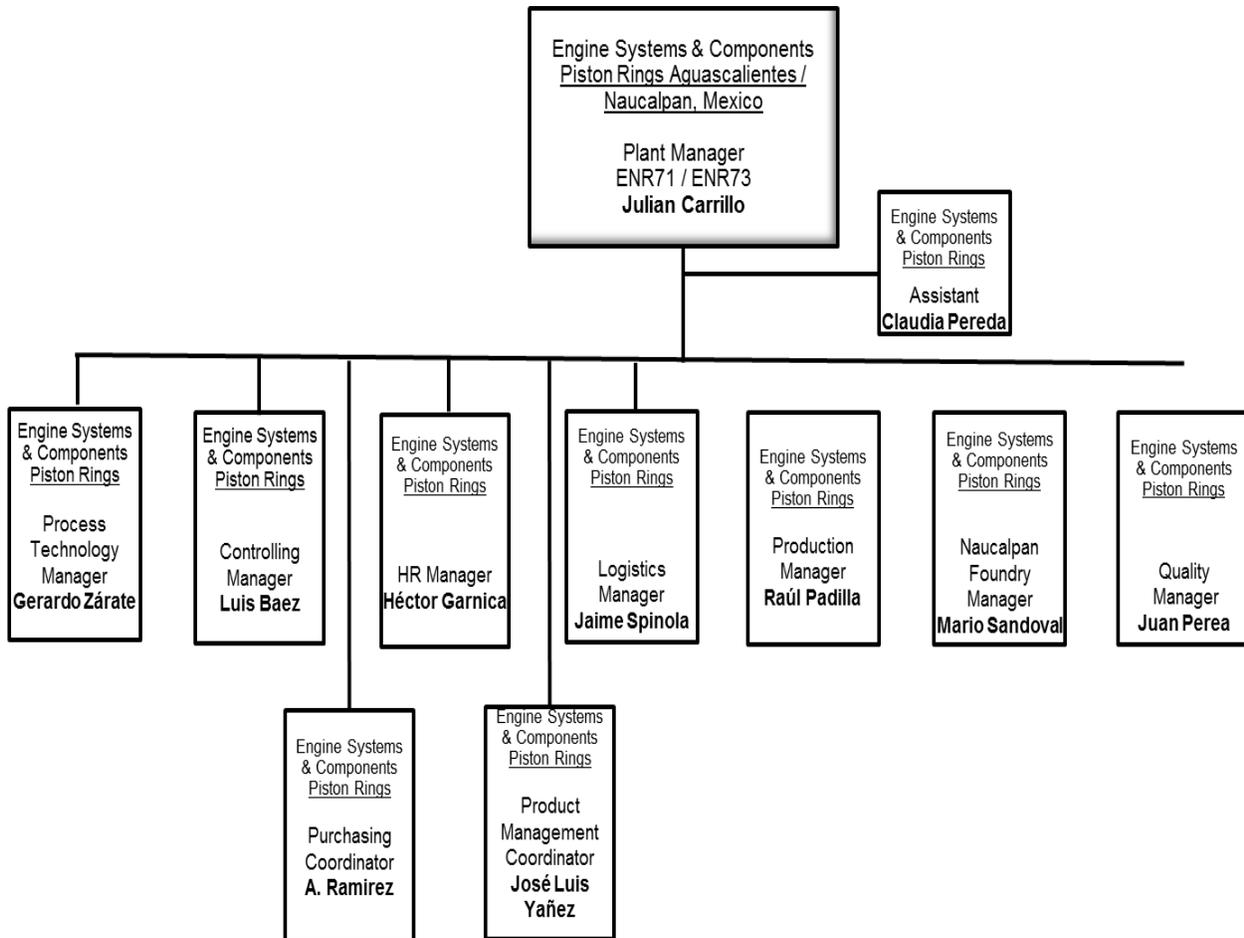
### 6.1.8 Valores

Respeto: En la empresa esto se da entre los socios, así como con los clientes y demás personas involucradas en la empresa, con ello las personas se sienten más a gusto trabajando en ella.

Puntualidad: En la empresa es importante la puntualidad ya que si los clientes ven que eres puntual tendrán más confianza de encargarte sus trámites, si todos llegan puntuales se hace más rápido el trabajo.

Confiabilidad: Es muy importante ya que se maneja información de más empresas y por lo tanto no se debe de divulgar la información de los demás. “El trabajo en equipo es el combustible para el vehículo del logro”.

### 6.1.9 Organigrama del área



*Fig. 2 Organigrama del área.*

### 6.2.0 Descripción del área o departamento.

El área en donde se llevó a cabo la residencia con proyecto de “Reconstrucción y puesta en marcha de la restregadora Warrior ST”, está enfocada en todos los servicios de la planta tales como, electricidad, agua, aire comprimido, aire acondicionado, drenaje, aguas tratadas entre otros. Así como las acciones correctivas y preventivas que requerían las máquinas de la empresa.

### **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

La empresa MAHLE se dedica a la fabricación de anillos para motor de combustión interna, ya sea de diésel o gasolina, por tal motivo siendo una empresa manufacturera la limpieza del piso debe ser periódicamente, esto por suciedad como polvo, introducida por los montacargas que entran y salen de la planta, derrames de aceite, anticongelante y rebaba. La empresa cuenta con una máquina restregadora Warrior st funcionando, pero cuando la carga de trabajo es muy alta, la máquina no abastece la limpieza de toda la planta, por lo tanto es necesario que una cuadrilla de 15 personas por turno realice el trabajo manualmente, es por eso que se optó por realizar la reconstrucción de una segunda máquina la cual se encontraba totalmente inservible en el taller de soldadura, principalmente para facilitar el trabajo del personal de limpieza y la máquina no trabaje al 100% de su capacidad , ya que se acortaría la vida útil de esta.

## **8. Justificación**

Actualmente la empresa MAHLE cuenta una restregadura Warrior ST funcionando. Al contar con dos máquinas facilitaría el trabajo del personal de limpieza ya que se necesita una cuadrilla de 5 personas por turno para limpiar el suelo manualmente, además de que se tendría la planta con suelos más limpios ya que una sola terminar la limpieza de todas la áreas, esto porque hay veces que ocurren derrames de aceite, anticongelante, refrigerante, o químicos en general y el personal de limpieza deja de hacer sus labores para ir y limpiar el derrame ocurrido y esto atrasa la limpieza de áreas que se realiza diario. Todo esto engloba a la seguridad de personal ya que un suelo sucio puede generar un accidente de menor e incluso mayor importancia. Al realizar la reconstrucción de la restregadora se adquieren habilidades muy importantes, ya que se obtiene experiencia para realizar cualquier proyecto ya que son las mismas etapas en cualquier proyecto.

## **9. Objetivos**

### **9.1 Objetivo general**

- Reconstruir la máquina restregadora para mejorar la limpieza de la planta MAHLE.

### **9.2 Objetivos específicos.**

- Analizar cada uno de los sistemas de la restregadora para entender el funcionamiento y enlistar las piezas faltantes.
- Realizar cotizaciones con proveedor de NILFISK. (Proveedor de equipos de limpieza profesionales en los mercados industriales, comerciales y de consumo)
- Realizar la requisición hacia la empresa MAHLE.
- Ensamblar y poner en marcha la restregadora Warrior st.

## CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

### 10. Marco Teórico.

#### 10.1 Restregadoras WARRIOR™ ST.



Fig. 3 Restregadora Warrior ST.

Con cubiertas de restregado de disco y cilíndricas intercambiables sin uso de herramientas, la restregadora Warrior™ tiene la flexibilidad para lavar múltiples superficies en una pasada. Los controles de restregado One-Touch™ minimizan la capacitación del operador y maximizan el rendimiento de limpieza. Un solo botón selecciona automáticamente la combinación correcta de flujo de solución y presión del cepillo sobre el piso para necesidades de limpieza regular, pesada o extrema.

La restregadora Warrior™ ST está construida para uso rudo, y de uso diario en una extensa variedad de aplicaciones. Los tanques de solución y recuperación de 114 litros (30 gal) en polietileno permiten un tiempo prolongado de funcionamiento y productividad aumentada. Además, los tanques son fáciles de abrir y limpiar. El sistema de squeegee UltraFlow™ con amplio ángulo de giro brinda 100% de recolección de agua en vueltas cerradas, dejando los pisos limpios, secos y seguros para el tráfico peatonal.

La innovadora restregadora Warrior™ AXP™ incluye todas las características estándar del modelo ST con la ventaja agregada del Sistema Para Distribución de Detergente a Bordo AXP™ de Advance que asegura las disoluciones recomendadas por el fabricante para el uso eficiente de los químicos de limpieza, ahorrando tiempo y evitando el desperdicio de detergente y agua.

La restregadora Warrior AXP tiene cepillos de disco para restregado que son de fácil

extracción y puesta, un cargador a bordo para una conveniente recarga de la batería. Siguiendo la filosofía Total Clean®, la Warrior permite el acceso completo y fácil a todos los componentes de la máquina para limpieza y mantenimiento. Las características Total Clean significan menor costo de propiedad y productividad aumentada para bajar el costo total de la limpieza.

Desempeño y características:

Cabezales de restregado intercambiables sin uso de herramientas para flexibilidad de aplicación y fácil mantenimiento.

Sistema de squeegee UltraFlow™ para recuperación del 100% de solución en vueltas

Los grandes tanques de 114 L para solución y recuperación permiten tiempos prolongados de funcionamiento y mejoran la productividad

Cargado a bordo para conveniencia y máximo rendimiento de la batería

Nivel de ruido de 71 dB A para operación segura en cualquier ambiente a cualquier hora del día

Llenado de solución por la parte posterior para vaciado y rellenado simultáneo.

Beneficios:

- Mayor tiempo de funcionamiento en las máquinas.
- Fácil operación y mantenimiento.
- Seguridad y productividad aumentadas – las unidades dejan los pisos limpios y secos en una pasada.
- Flexibilidad – un modelo para adaptarse al tamaño de cualquier tarea de limpieza.
- Bajo nivel de ruido – la mayoría opera a 65 dB o menos.
- Conveniente cargador a bordo en los modelos equipados con batería.

## 10.2 Metodología PDCA

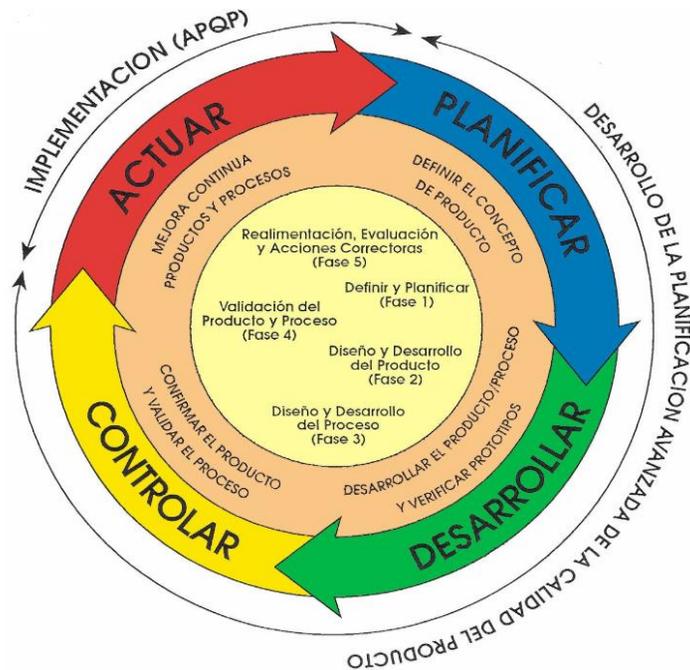


Fig. 4 Metodología PDCA

El nombre del Ciclo PDCA (o PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés "Plan, Do, Check, Act". También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo de Deming, por ser Edwards Deming su autor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones.

**Planificar:** establecer objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las expectativas de los clientes y las políticas de la organización.

La planificación consta de las siguientes etapas:

- Análisis de la situación actual o diagnóstico
- Establecimiento de principios y objetivos

- Fijación de los medios para lograr los objetivos
- Adjudicación de los recursos para gestionar los medios.

**Hacer:** implementar los procesos. Es ejecutar y aplicar las tareas tal como han sido planificadas.

**Verificar:** realizar el seguimiento y medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar los resultados.

**Actuar:** tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Si hay que modificar el modelo, ello remite nuevamente a la etapa de planificación.

El uso del ciclo de Deming es importante en cada tarea que se realiza y conducirá a una mejora continua en las metodologías de trabajo. Puede aplicarse a cualquier proceso y puede ser empleado, también, para encontrar las causas especiales detectadas mediante herramientas estadísticas.

### 10.3 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa presenta la relación existente entre el resultado no deseado o no conforme de un proceso (efecto) y los diversos factores (causas) que pueden contribuir a que ese resultado haya ocurrido. Su relación con la imagen de una espina de pescado se da debido al hecho de que podemos considerar sus espinas las causas de los problemas planteados, que contribuirán al descubrimiento de su efecto, además del formato gráfico que se asemeja al diseño de un esqueleto de pescado.

#### ***¿Para qué se utiliza?***

Es posible aplicar el diagrama de Ishikawa a diversos contextos y de diferentes maneras, entre ellas, se destaca la utilización:

- Para ver las causas principales y secundarias de un problema (efecto).
- Para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistémica y completa.
- Para identificar soluciones, levantando los recursos disponibles por la empresa.
- Para generar mejoras en los procesos.

Para la elaboración del diagrama es posible proceder de dos formas: con la primera se trata de enlistar todos los problemas identificados, tipo “lluvia de ideas”, y de esta manera intentar jerarquizar cuáles son principales y cuáles son sus causas; la otra forma consiste en identificar las ideas principales y ubicarlas directamente en los “huesos primarios” y después comenzar a identificar causas secundarias, que se ubicaran en los “huesos pequeños”, que se desprenderán todos de las ramas principales (ídem).

En el campo de la salud esta estrategia es ampliamente utilizada en el análisis de casos, ya que permite apreciar con claridad las relaciones entre una situación o problema y las posibles causas que puedan estar contribuyendo para que esto ocurra; se utiliza para visualizar una situación específica de salud como un “todo”, enriqueciendo su análisis mediante la búsqueda de mejores soluciones, modificando procedimientos, métodos o hábitos inadecuados. Esta estrategia sirve de guía para la discusión objetiva.

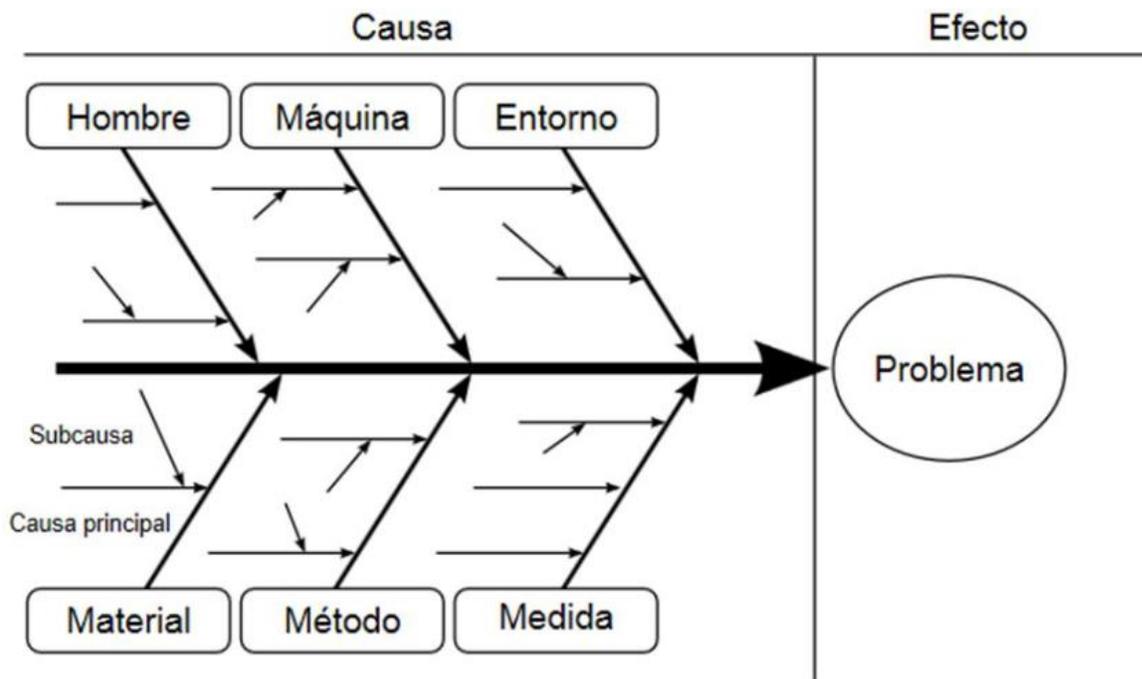


Fig. 5 Diagrama de Ishikawa.

#### 10.4 Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.



Figura 6 Análisis del Modo y Efecto de Fallas.

#### Tipos de AMEF

- AMEF de Diseño: Se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño.
- AMEF de Proceso: Se usa para analizar los procesos de manufactura y ensamble. Se enfoca a la incapacidad para producir el requerimiento que se pretende, un defecto. Los Modos de Falla pueden derivar de Causas identificadas en el AMEF de Diseño.
- Otros: Seguridad, Servicio, Ensamble.

### Modo de Falla

- La forma en que un producto o proceso puede fallar para cumplir con las especificaciones.

- Normalmente se asocia con un Defecto o falla.

### Efecto

- El impacto en el Cliente cuando el Modo de Falla no se previene ni corrige.

- El cliente o el siguiente proceso puede ser afectado.

### Causa

- Una deficiencia que genera el Modo de Falla.

- Las causas son fuentes de Variabilidad asociada con variables de Entrada Claves.

### Rangos de Probabilidad

Probabilidad	Indices Posibles de falla	ppk	Calif.
Muy alta: Fallas persistentes	100 por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

Tabla 1 Rangos de Probabilidad para AMEF. (Ref. 5)

## Rangos de Severidad

<u>Efecto</u>	<u>Rango</u>	<u>Criterio</u>
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente un poco fastidiado. Efecto menor en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor seriamente	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo inoperable.	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema
Serio tiempo, materia de	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno. <span style="float: right;">(Stamatis 1995)</span>

Tabla 2 Rangos de severidad para AMEF. (Ref. 5)

## Rangos de ocurrencia.

<u>Ocurrencia</u>	<u>Criterios</u>	<u>Rango</u>	<u>Probabilidad de Falla</u>
Remota	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este producto o con un producto casi idéntico	1	<1 en 1,500,000 Zlt > 5
Muy Poca	Sólo fallas aisladas asociadas con este producto o con un producto casi idéntico	2	1 en 150,000 Zlt > 4.5
Poca	Fallas aisladas asociadas con productos similares	3	1 en 30,000 Zlt > 4
Moderada	Este producto o uno similar ha tenido fallas ocasionales	4	1 en 4,500 Zlt > 3.5
Alta	Este producto o uno similar han fallado a menudo	5	1 en 800 Zlt > 3
		6	1 en 150 Zlt > 2.5
Muy alta	La falla es casi inevitable	7	1 en 50 Zlt > 2
		8	1 en 15 Zlt > 1.5
		9	1 en 6 Zlt > 1
		10	>1 en 3 Zlt < 1

Nota:

El criterio se basa en la probabilidad de que la causa/mecanismo ocurrirá. Se puede basar en el desempeño de un diseño similar en una aplicación similar.

Tabla 3 Rangos de severidad para AMEF. (Ref. 5)

## **Número de prioridad de riesgo**

El número de prioridad de riesgo o el también conocido como RPN (Risk priority number) tiene una fórmula a seguir muy sencilla y por medio de los resultados de esta podremos asignar un valor de prioridad de acción.

$$\text{NPR} = \text{Frecuencia} * \text{Gravedad} * \text{Detección}$$

### Rangos de valor del NPR

- 0 – Sin riesgo de falla
- 1 – 124 Riesgo de falla menor
- 125 – 499 Riesgo medio de falla
- 500 – 1000 Riesgo alto de falla

Si bien el objetivo es eliminar todas las fallas, el objetivo de obtener su valor de prioridad es atacar las más importantes primero. Una vez implementadas las acciones correctivas y preventivas es necesario volver a realizar un nuevo cálculo del NPR para determinar los avances de estas acciones así como determinar las posibles nuevas fallas.

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

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

#### 11.1 Revisión manual de barredora Warrior ST™

La empresa MAHLE cuenta con el manual del despiece de cada una de las partes de la máquina (Fig. 7), por lo cual se analizó detallada mente para conocer exactamente el funcionamiento y operación de la máquina, así como diagrama eléctrico y funcionamiento.



Fig.7 Manual de uso y refacciones de la restregadora.

#### 11.2 Revisión física del equipo.

Se revisó el estado físico en el que se encuentra la máquina para verificar si las partes que tiene se encuentran en buen estado y pueden funcionar debido a que tiene mucho tiempo sin funcionar y se encontraron daños significativos como en tanques de depósito, chasis incluyendo transmisión mecánica. Ver figuras 8.

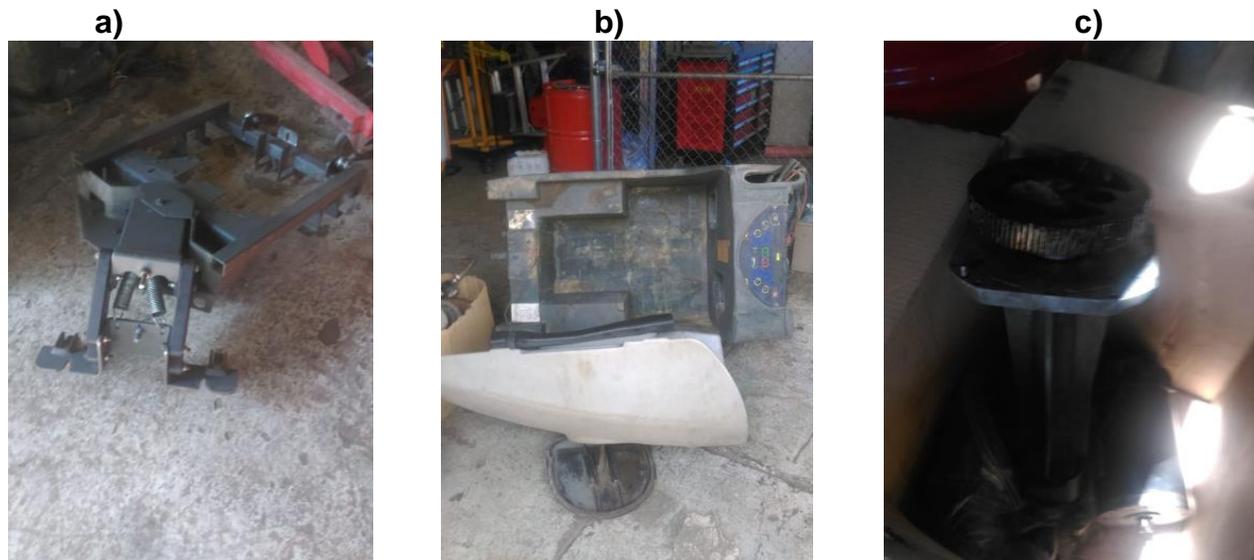


Fig. 8-a, 8-b y 8-c Muestra el estado de la restregadora al iniciar el proyecto.

### 11.3 Determinar requerimientos de sistemas.

En este aparatado se realizará una lista de códigos, descripción y número de piezas de todas las refacciones necesarias para reparar la máquina. El manual de ensamblaje cuenta con cada uno de los códigos y el número de piezas que requiere la máquina por lo cual se facilitaría a la hora de realizar la cotización y requisición (Fig. 9).

- Sistema de chasis.
- Sistema de recuperación.
- Sistema fregado de disco.
- Sistema eléctrico.

05-4		CHASSIS SYSTEM	
05-8		Warrior ST™, Warrior™ AXP / BA 755 series	
Item	Ref. No.	Qty	Description
1	56370878	2	Bearing, Sleeve
2	56412173	1	Solution Filter
3	56001879	2	Wsh, Fit SAE 1/2
4	56001939	10	Wsh, Fit SAE 5/16
5	56002022	4	Wsh, Fit SAE 5/8
6	56002708	2	Nut, Hex Nyl Loc 1/4-20
7	56002988	3	Scr, Hex SS 5/16-18 X .62
8	56003179	8	Scr, Hex Thd To Hd M8-1.25 X 20mm
9	56003312	2	Nut, Hex Nyl Loc M12-1.75
10	56003389	8	Nut, Hex Nyl Loc M8-1.25
11	56003405	4	Nut, Hex Nyl Loc SS M8-1.25
12	56003435	4	Scr, Hex SS M8-1.25 X 20mm
13	56003637	2	Scr, Hex M12-1.75 X 40mm
14	56009051	1	Scr, Pan Phil Thd Form 8-32 X .38
15	56009116	6	Nut, Hex Hvy 1/2-20
16	56009241	1	Scr, Hex 3/8-16 X 4.25
17	56131601	2	Clamp, Hose SAE #16
18	56315051	2	Wheel, Foam Filled (Grey) (All Advance models)
	56315642	2	Wheel, Foam Filled (Black) (All Nilfisk models)
	56315682	2	Wheel, Polyurethane-Traction (optional)
19	56315063	1	Transaxle, 36v (M1)

Fig. 9 Lista de códigos para requisiciones correspondientes.

### 11.4 Solicitar cotizaciones de refacciones para sistemas de la restregadora.

Las cotizaciones de las refacciones faltantes se harán con proveedores con quienes se han ido trabajando para adquirir refacciones para la barredora funcional anteriormente.

### 11.5 Elaborar requisiciones

Las requisiciones se realizan con tiempo para que el proyecto sea aprobado por la empresa lo más pronto posible y terminar la maquina en el plazo establecido.

### 11.6 Armado y puesta en marcha de la restregadora

El armado y puesta en marcha de la restregadora se realizará sistema por sistema, teniendo un sistema completamente armado se ensamblará al chasis de la máquina para continuar con el siguiente sistema y concluir con la maquina totalmente armada.

Para la realización de todas las actividades fue necesaria la implementación de la metodología PDCA que se muestra en la tabla 4, esto para llevar un orden y el flujo de trabajo sea mejor y poder detectar las posibles fallas que puedan mostrarse al transcurso del proyecto.

PLAN	<b>Revisar manual de Restregadora Warrior ST™.</b>		
	<b>Revisión física del equipo.</b>		
	<b>Determinar requerimientos de sistemas:</b>		
	- Sistema de chasis.		
	- Sistema de recuperación.		
DO	<b>Solicitar cotizaciones de sistemas:</b>		
	- Sistema de chasis.		
	- Sistema de recuperación.		
	- Sistema Scrup de disco.		
	- Sistema eléctrico.		
	<b>Elaborar requisiciones.</b>		
	<b>Armado y puesta en marcha de la restregadora.</b>		
			CHECK ACT

Tabla 4 Metodología PDCA aplicada.

### 11.7 Cronograma de actividades

Actividades	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Revisar manual de barredora Warrior ST™.						
Revisión física del equipo.						
Determinar requerimientos de sistemas: - Sistema de chasis. - Sistema de recuperación. - Sistema fregado de disco. - Sistema eléctrico.						
Solicitar cotizaciones de sistemas: - Sistema de chasis. - Sistema de recuperación. - Sistema fregado de disco. - Sistema eléctrico.						
Elaborar requisiciones.						
Armado y puesta en marcha de la Restregadora.						

Tabla 5 Cronograma de actividades.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

Se ha analizado cada uno de los sistemas de la restregadora, se encontraron diferentes tipos de problemas, como piezas muy desgastadas que generan problemas para su buen funcionamiento, como sistema mecánico de fregado de disco, pedal de control e incluso el tanque de depósito del detergente se encontraba con una pequeña fuga que generaba mucho sarro en el chasis donde se encuentra montado y por consecuencia oxidación. (Ver Fig. 10-a, 10-b y 10-c).

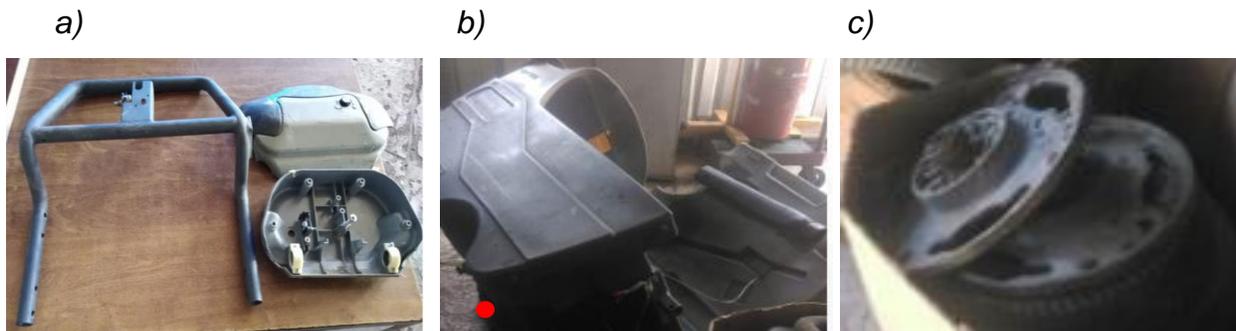


Fig. 10-a Representa el pedal de control totalmente deshabilitado, 10-b El punto rojo enmarca la ubicación de la pequeña fisura del tanque y la Fig. 10-c Representa el sistema de disco totalmente desarmado.

Ya que se realizó la inspección y verificación de la restregadora, se procedió a enlistar las refacciones faltantes para cotizar con proveedor, ver tabla 6.

### Requerimiento de sistemas

No.	No. De Ref.	No. De pza.	Descripción
1	56412173	1	Solution Filter
2	56003405	4	Nut, Hex Nyl Loc SS M8-1.25
3	56412154	1	Gasket, Vacuum Duct
4	56001993	4	Scr, Pan Phil 10-24 X .50
5	56002053	4	Wsh, Flt STD #10
6	56315098	1	Gasket
7	56315220	1	Gasket, Recovery Lid
8	56315102	1	Shroud, Vac Motor
9	56315268	1	Vac Hose Assy.
10	56315638	4	Recovery liquid

11	56440213	1	Clamp, Hose SAE #32
12	56456797	6	Battery 6v 310 AH WET
13	56311057	2	Scr, Soc Shd .38 X 1.00 X 5/16-18
14	56009111	12	Screw10-24x .62 PNH
15	56315674	1	Kit, Gum Rubber Squeegee Blade "D" (used on 56315632) NOTE #1
16	56324350	1	Housing spring
17	56002938	1	Clamp plastic

Tabla 6 Lista de refacciones a cotizar.

Teniendo la lista de las refacciones necesarias, se procedió a solicitar la cotización con el proveedor NILFISK ADVANCE (Proveedor de equipos de limpieza profesionales en los mercados industriales, comerciales y de consumo) para su posterior requisición en la empresa. La figura 11 muestra la cotización de las refacciones.

No.	QTY	UNIT	ITEM	DESCRIPTION	LEAD TIME	UNIT PRICE	TOTAL
1	1	PZA	56412173	SOLUTION FILTER	1 SEMANA	1,186.20	1,186.20
2	4	PZA	56003405	NUT HEX NYL LOC SS M8X1.25	1 SEMANA	149.20	596.80
3	4	PZA	56003435	SCR HEX SS M8-1.25X20MM	5 SEMANAS	158.00	632.00
4	4	PZA	56001993	SCREW 10-24 X 0.5 ZINC PL	1 SEMANA	149.20	596.80
5	4	PZA	56001954	WSH FLT SAE 10	1 SEMANA	149.20	596.80
6	2	PZA	56315176	RECOVERY LID	1 SEMANA	559.20	1,118.40
7	4	PZA	56003472	SCR SOC SHD.38X1.00X5/16-18	1 SEMANA	149.20	596.80
8	2	PZA	56315219	SOLUTION FILL COVER	1 SEMANA	160.20	320.40
9	2	PZA	56315166	PLATE	1 SEMANA	175.80	351.60
10	1	PZA	56303275	SOLENOID VALVE ASSEMBLY	1 SEMANA	3,105.00	3,105.00
11	2	PZA	56409152	BARB 90 1/2 NPTX1/2 E00037	1 SEMANA	149.20	298.40
12	12	PZA	56002124	SCREW10-24 X .62 PNH PH	5 SEMANAS	153.60	1,843.20
13	6	PZA	56391391	BATTERY 6V 310AH WET	5 SEMANAS	8,507.20	51,043.20
14	1	PZA	56412262	HOUSING SPRING	1 SEMANA	839.00	839.00
15	8	PZA	56009111	NUT WING S.S. 1/4-20	1 SEMANA	149.20	1,193.60
16	3	PZA	56315674	BLADE KIT-SQUEEGEE GUM D	1 SEMANA	834.60	2,503.80
17	4	PZA	56331154	CLAMP PLASTIC	1 SEMANA	302.60	1,210.40

SETENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS DIECISIETE PESOS 58/100 M.N		Subtotal:	68,032.40
		TAX	10,885.18
		Total:	78,917.58

Fig. 11 Muestra la cotización de las refacciones.

Durante el transcurso del tiempo cada uno de los problemas fue atendido correctamente y teniendo con refacciones que se tenían en la empresa MAHLE, fueron remplazadas algunas de las partes deterioradas y en el caso del tanque del depósito de detergente, soldado con Polietileno de baja densidad y una pistola de calor para su posterior ensamblaje en el chasis. Ver figura 12.



Fig. 12 Tanque soldado con polietileno de baja densidad.

También se realizó el remplazo de los baleros de la caja de transmisión ya que estaban deteriorados y el piñón de la transmisión tenía los dientes dañados por lo que también se realizó el remplazo de él. Una vez que se realizó la solicitud de los baleros por medio del supervisor del área de mantenimiento de servicios, los baleros fueron entregados en un lapso de 3 días para después comenzar con el armado de la transmisión. El piñón requerido ya se tenía de refacción que ya que anteriormente la empresa ya lo había solicitado. Ver figura 13.



Fig. 13 Transmisión electromecánica de la restregadura reparada.

Una vez teniendo la caja de transmisión armada se prosiguió a montarla en el chasis para ser atornillada con el motor eléctrico y poder montar las ruedas. Se Conectaron los cables de alimentación al motor y se montó la electroválvula que se encarga de administrar el detergente hacia los cepillos que limpian el piso, esto se puede observar en la figura 14.



Fig. 14 Electroválvula y transmisión montados en chasis.

El plato del sistema fregado de disco fue lijado ya que se encontraba oxidado y las mangueras muy sucias y una vez realizado, se montaron los motores y las bases de los cepillos para después ser montada en el chasis. Ver figura 15-a y 15-b.



Fig. 15-a Sistema fregado de discos y 15-b Montaje del sistema fregado de discos en el chasis.

Se trabajó en la parte del pedal de control ya que no contaba con resortes que realizaban la función de colocar el pedal en una posición fija, puesto a que el pedal de

control direccionaba el movimiento adelante y atrás el cual es empujado por el operador. Ver figura 16.



Fig. 16 Pedal de control reparado y montado a la restregadora.

El sistema de carga es indispensable que funcione correctamente, ya que tiene 6 baterías recargables y un cargador de 36 volts al cual se realizaron pruebas para verificar su funcionamiento, teniendo un resultado satisfactorio ya que presento un correcto funcionamiento. Esto puede obsérvese en la figura 17-a y 17-b.



Fig.17-a y 17-b Muestra el funcionamiento del cargador.

Se Trabajó con el sistema enjugador de goma (Squeegee system) ya que estaba desarmado, la figura 18-a y 18-b muestran el estado al iniciar el proyecto y el armado del sistema.

a)



b)



Fig. 18-a Sistema enjugador de agua desarmado, Fig. 18-b Sistema armado y montado al chasis de la restregadora.

Se realizó la instalación de la bomba de vacío del sistema de recuperación y conexiones de mangueras desconectadas. Ver figura 19.

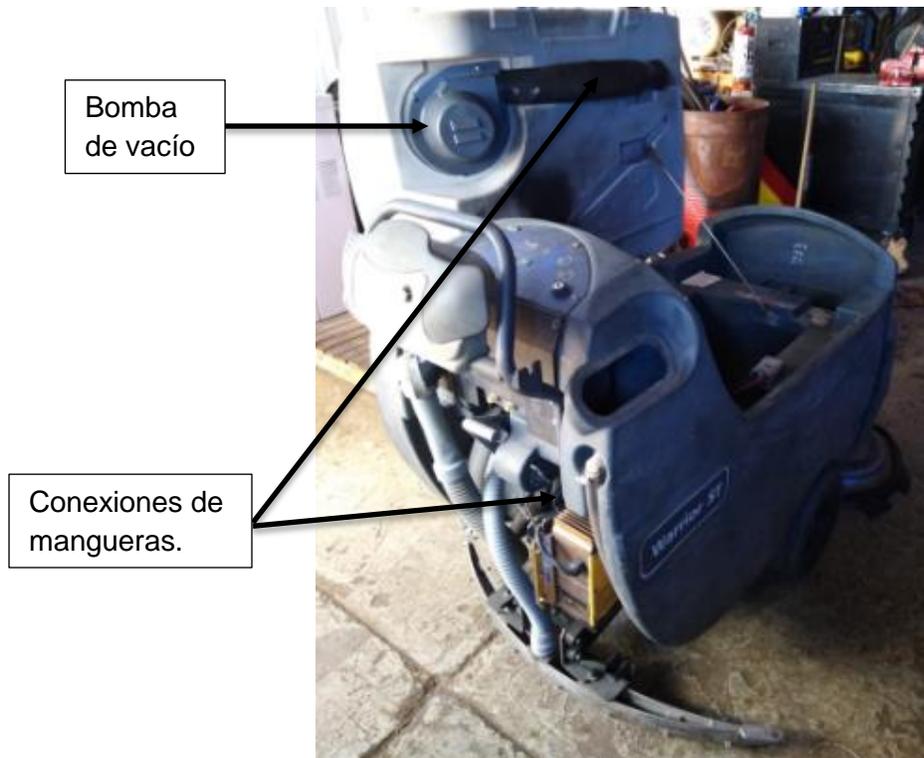


Fig. 19 Instalación de bomba de vacío y conexiones de mangueras.

En el transcurso de tiempo se detectó que las actividades no se realizaban de acuerdo al plazo establecido, por lo cual se realizó un diagrama de causa y efecto para determinar las causas comunes por las cuales las actividades no podían ser realizadas en el plazo establecido, el cual permitió visualizar mejor el problema y tomar acciones correctivas. El diagrama puede ser observado en la figura 20.

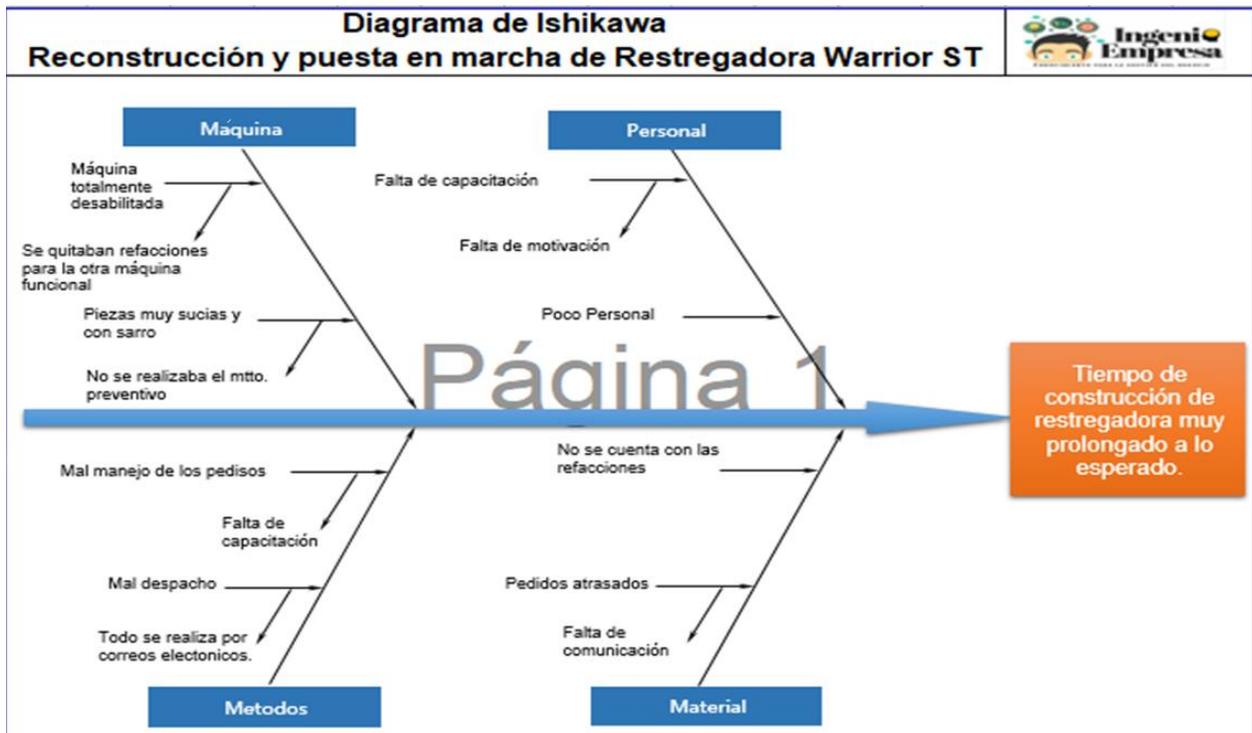


Fig. 20 Diagrama de causa y efecto del problema presentado.

Al realizar el diagrama de Ishikawa se procedió a realizar un análisis más detallado (AMEF), esto para identificar las causas más frecuentes y de mayor importancia que retrasaron el proyecto y dar solución por medio de un documento que facilite la reconstrucción en dado caso que estos tipos de problemas vuelvan a presentarse. A continuación se describiré la tabla 7, la cual presenta un Análisis del Modo y Efecto de Fallas de proceso acerca de los problemas presentados en la realización del proyecto.

Noviembre del 2019

Área: Mantenimiento de servicios de planta.

Realizado Por: Irving Abel León de Luna.

**Prioridad de NPR:**

500 – 1000 Alto riesgo de falla  
 125 – 499 Riesgo de falla medio  
 1 – 124 Riesgo de falla bajo  
 0 No existe riesgo de falla

AMEF																
AMEF DE: <input type="checkbox"/> Equipo <input checked="" type="checkbox"/> Proceso		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA					Gerencia: mantenimiento		Ingeniero: Fernando Javier							
		AMEF No. 001		FECHA DE JUNTA DE REVISIÓN: 22/11/2019			Departamento: Servicios		Gonzalez							
Proveedor afectado.		Descripción		Nombre del Equipo: Restregadora WARRIOR ST		Número: 001		Departamentos involucrados:								
						Modelo: Advance		Fecha: 22/11/2019								
								Hoja 1 de 1								
Descripción del Proceso	Función del proceso	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Situación Actual					Acciones Recomendadas	Responsable	Situación Actual				
					Acciones Actuales	C	U	R	NPR			Acciones Adoptadas	C	U	R	NPR
Restregadora Warrior ST	Construcción de restregadora Warrior ST	Solicitud de factura para refacciones sin respuesta de proveedor	Retrasos en construcción	Proveedor no cuenta con material en stock	Estar más en contacto con proveedor	2	4	8	64	Estar más en contacto con proveedor	Supervisor de servicios	Se implanto lo recomendado				0
		Rechazo de requisición de la empresa MAHLE	Retrasos en construcción	La empresa lo considera innecesario por falta de justificación.	Consideración de pros y contras en caso de no tener la pieza(s) a tiempo.	1	3	7	21	Justificar el porque se debe realizar la compra.	Supervisor de servicios	Se implanto lo recomendado				0
		Entrega de refacciones atrasadas.	Retrasos en construcción	Falta de comunicación	Estar más en contacto con proveedor	2	8	8	128	Estar más en contacto con proveedor	Supervisor de servicios	Se implanto lo recomendado				0
		Equivocación en pedidos	Retrasos en construcción	Falta de comunicación	Estar más en contacto con proveedor	0	10	10	0	Estar más en contacto con proveedor	Supervisor de servicios	Se implanto lo recomendado				0

Tabla 7 Análisis del Modo y Efecto de Fallas de la restregadora Warrior ST.

Como se puede observar en la tabla 7 el nivel de prioridad NPR presenta un valor de 128, el cual se considera como Riesgo de falla medio. Para esto se recomienda tener más contacto con el proveedor para que entregue las refacciones lo más pronto posible, este AMEF sirve para la compra de refacciones al realizar mantenimiento correctivo de la máquina restregadora y así la puesta en marcha no demore para que la limpieza de la planta sea constante.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **14. Conclusiones del Proyecto**

El proyecto fue realizado de manera exitosa, aunque no se tuvieron las refacciones faltantes a tiempo, la maquina quedo a unos pasos de terminarla totalmente, puede ser funcional sin las piezas faltantes, pero se llegó a un acuerdo con el supervisor de área de servicios para que la máquina se ponga en marcha una vez estando reconstruida totalmente. Las complicaciones más frecuentes fueron el conocer el funcionamiento de la máquina y que piezas requería ya que algunas de las piezas estaban distribuidas con diferentes técnicos del área de servicio quien le realiza mantenimiento a la máquina que está en funcionamiento y las demás fueron las piezas que se solicitaron a la empresa NILFISK. Otras de las complicaciones fue reconstruir la caja de transmisión puesto a que no se contaba con herramienta adecuada y el tiempo de reparación de esta fue muy prolongado. También al momento de estar soldando el tanque de depósito primeramente se soldó con PVC, como resultado al momento de agregarle agua al depósito, la fuga permanecía ya que el material con el que se soldó no tenía las mismas propiedades del material con el cual estaba hecho el depósito, a lo cual se consiguió polietileno de baja densidad para soldarlo y al momento de probarlo selló muy bien procediendo a montar el tanque en el chasis. Este proceso fue muy tardado, ya que el técnico encargado de soldar el depósito no tenía mucho tiempo de soldarlo, puesto a que lo realizaba en sus tiempos libres, fueron estos unos de los problemas que en el tiempo de reconstrucción demoro más de lo esperado, pero aun así se obtuvieron resultados satisfactorios. La reconstrucción de la máquina restregadora es muy interesante, ya que se desarrollaron distintas habilidades, además que se conoce el ambiente laboral de una empresa.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Aplica métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas.
2. Gestioné los recursos materiales para la elaboración del proyecto y fortalecí mi conocimiento en cuestión a materiales y sus propiedades, así como saber gestionar cotizaciones y presupuestar las compras.
3. Impelente planes y programas para la organización de tiempo de manera estratégica para que se concluyera lo más pronto posible el proyecto.
4. Aprendí a interpretar planos eléctricos complejos para un mejor entendimiento al conectar cada uno de los sistemas eléctricos.
5. Interprete la información financiera para buscar formas de aminorar gastos manteniendo la calidad en los insumos.
6. Tome decisiones de las cuales dependía el buen desarrollo del proyecto, aprendiendo a desarrollarme en el ámbito laboral de manera eficiente.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 16. Fuentes de información

#### Referencias de Libros

1. Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation. (2008). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales. USA: AIAG.*

#### Referencias de Revistas

2. Montalban Loloya, Arenas Bersnal, Talabera Ruz, Magaña Iglesias. (2015). *Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. ). Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, 233-237.*

#### Referencias de internet:

3. INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TECNICAS. (2009). Herramientas para la mejora de la calidad. Noviembre 2019, UNIT Sitio web: <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>
4. Jorge Jimeno Bernal. (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. Noviembre 2019, de PDCA Home Sitio web: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
5. Fernando Arias. (2019). Análisis de modo y efecto de falla – AMEF. Noviembre, de Quality's World Sitio web: <https://qualitysworld.wordpress.com/2019/04/04/analisis-de-modo-y-efecto-de-falla-amef/>
6. Jordi Lorente. (2017). SHIKAWA, HERRAMIENTA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS. Noviembre 2019, de Consultoría y Formación Empresarial Sitio web: <http://www.serviconsulting.es/ishikawa-herramienta-la-solucion-problemas/>.