**Universidad Iberoamericana Puebla**

**Repositorio Institucional** **http://repositorio.iberopuebla.mx**

Maestría en Ingeniería y Gestión de la Calidad Tesis

# Implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad para el proceso de colocación de pernos de la plataforma VW361

Ergueta Hurtado, Mariana

2019-10

https://hdl.handle.net/20.500.11777/4394

*http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf*

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial del 3 de abril de 1981

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA EL PROCESO DE COLOCACIÓN DE PERNOS DE LA PLATAFORMA VW361**

DIRECTOR DEL TRABAJO
DRA. CYNTHIA MONTAUDON TOMAS

ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO
que para obtener el grado de
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Presenta

**MARIANA ERGUETA HURTADO**

Puebla, Pue. 2019

## ABSTRACT.

Este documento analiza un problema relacionado con la calidad en un proceso de la industria automotriz en San Lorenzo Almecatla, Puebla. El área de análisis se centra en el proceso de hojalatería, específicamente en la desviación de pernos. Se propone el uso de diversas herramientas de análisis para la identificación del problema principal, y a partir de ahí se plantea una metodología precisa para eliminar el problema y para asegurar la calidad del proceso y del producto terminado. Destaca de manera importante el control como elemento esencial para poder llevar a cabo el proyecto de mejora. El control se logra a partir de la medición, la documentación y la puesta en marcha de acciones concretas.



**Palabras clave:** pernos, desviación, hojalatería, proyecto de mejora, alineación, cabezal robot control.

# INTRODUCCIÓN.

En el estado de Puebla, la industria automotriz es uno de los sectores de mayor relevancia por el número de empleos generados, exportaciones realizadas, el nivel de innovación y competitividad.

Este proyecto de mejora analiza un problema existente en el área de hojalatería en la producción de automóviles, específicamente el desajuste de pernos, lo cual ocasiona defectos de fabricación que pueden ser trasladados incluso hasta el cliente final, generando retrabajos en la línea de producción.

El documento se encuentra integrado por un total de cinco capítulos. Dentro del primero se analizan los elementos básicos que guían el trabajo, incluyendo el planteamiento del problema, la pregunta de investigación, los objetivos, general y específicos, la justificación y la metodología de base. Claramente se establecen los alcances y limitaciones de la investigación tanto en el aspecto temporal, como espacial.

El capítulo segundo contiene el marco conceptual, el marco académico y el marco contextual de la investigación, tres elementos que integran el marco teórico del trabajo. Se describen los términos y herramientas empleadas, el estado del arte, específicamente de estudios previos realizados a manera de tesis y artículos de investigación, y el análisis tanto de la industria automotriz en el país, como el caso concreto de la empresa en estudio.

El tercer capítulo describe el área donde se ha presentado el problema en la empresa en estudio y los diversos análisis y diagnósticos que se han llevado a cabo para establecer el contexto preciso del área y el proceso sobre el cual se desarrolla el proyecto de mejora.

El capítulo cuatro contiene el programa de aseguramiento de la calidad, Se hace una descripción general del sistema y se establecen diversos planes para el mantenimiento

preventivo, de ajuste de pernos, de control de fallas en línea y de mejoras, haciendo asi un análisis del costo beneficio de las mejoras implementadas.

Finalmente, el capítulo quinto integra las conclusiones y recomendaciones. Los hallazgos principales, las dificultades encontradas, el cierre de la investigación y recomendaciones futuras corresponden al alcance de este capítulo.

# CAPÍTULO 1.
# PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN.

## 1.1 Contexto.

De acuerdo con diversos estudios de calidad analizados a través de los cursos de la maestría y de la experiencia laboral en la producción hojalatería y como analista de optimización del proceso, se consideró la importancia de realizar un estudio sobre el aseguramiento de la calidad del producto en la empresa de fabricación de automóviles en el estado de Puebla, específicamente para el modelo VW361 en la plataforma de la carrocería.

Este estudio surge debido a las fallas detectadas en el proceso de montaje causado por la desviación de los pernos, lo cual ha provocado retrabajos excesivos y costos adicionales relacionados con horas hombre invertidas en los mismos.

La intención es crear un proceso estable que permita asegurar la calidad desde el proceso de hojalatería, donde el problema es producido, a fin de evitar retrabajos en procesos posteriores, eliminando tiempos extra y mejorándola estabilidad del proceso.

## 1.2.Problema de investigación.

Se han presentado reclamaciones recurrentes del proceso de montaje por desviaciones de pernos. Esta situación dificulta el ensamble de piezas plásticas. Es necesario considerar que algunos pernos son de alto riesgo debido a su funcionalidad, como el caso específico del perno del pedal de acelerador. En caso de que exista alguna desviación en este perno se corre el peligro de que el retrabajo necesario sea de alto riesgo para los clientes. Estos retrabajos solo se pueden realizar en dos de los ramales de montaje; es decir, que si el técnico no logra realizar el retrabajo, el problema se traslada al taller, convirtiéndose es un

retrabajo mayor que implica desvestir el auto requiriendo de varias horas para realizar dicha actividad, generando costos importantes.

El problema se presenta específicamente en el proceso de hojalatería. En este proceso se cuenta con dos estaciones principales de colocación de pernos (OP.1840 y OP.2910). Estas estaciones operan de manera normal en días hábiles, y durante los fines de semana,los cabezales Tucker (cabezal de Robot con movimientos giratorios que cumple la función de colocar los pernos en lámina de la plataforma) reciben mantenimiento preventivo. Convencionalmente, al realizar el mantenimiento los cabezales no eran referenciados de la manera adecuada, provocando que los robots perdiesenreferencia de las coordenadas (x,y,z), colocando los pernos en posiciones diferentes, causando en ocasionesdesviaciones de hasta 5 mm, complicando cualquier tipo de ensamble posterior.Ante esta situación, resulta necesario realizar un plan de trabajo estandarizado para el control del proceso de fabricación de la plataforma del auto VW361.

Si este tipo de fallas no se atienden en la línea de manera oportuna, se corre el riesgo de que el problema genere un mal montaje de piezas que pueden llegar a incurrir en reclamaciones de campo;es decir, reclamaciones de los clientes directos.

### 1.2.1 Pregunta de investigación.

¿Es posible desarrollar un método de trabajo que haga más eficiente el proceso de producción de la plataforma del modelo VW361, y que al mismo tiempo se asegure la calidad del producto?

El diseño de un método de trabajo adecuado permitirá hacer más eficiente el proceso productivo de la plataforma del auto para el modelo VW361 asegurando la

reducción de fallas y reclamaciones del proceso posterior de montaje, minimizando el uso de recursos empleados en retrabajos, incrementando la productividad.

## 1.3 Objetivos.

Para resolver el problema establecido del proceso de la plataforma se plantearon los siguientes objetivos:

### 1.3.1 General.

Desarrollar una propuesta para el control de fallas en el proceso de colocación de pernos en la plataforma del modelo VW361 que permita mejorar el proceso de hojalatería.

### 1.3.2 Específicos.

- Describir el proceso de hojalatería de la plataforma del auto.
- Desarrollar análisis que permitan la identificación de la causa raíz de los problemas presentes en el proceso de colocación de pernos.
- Diseñar la metodología adecuada que permita mejorar el proceso productivo de la plataforma en Hojalatería.
- Aplicar la metodología propuesta en el proceso de la plataforma.
- Realizar estudios del costo beneficio de la propuesta.

## 1.4 Justificación.

El problema existente requiere resolverse ya que su incidencia afecta a otras áreas del proceso de fabricación impactando, incluso, al cliente final. La propuesta de mejora para el aseguramiento de la calidad de la plataforma permitirá controlar el proceso de ensamble de

hojalatería, de manera que se pueda contar con un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados, garantizando la calidad del producto.

Al corregirse el problema será posible tener cero retrabajos por pernos desviados en el proceso de montaje, aumentando así la productividad. Esto permitirá reducir costos por tiempo extra de personal técnico cuando se requiere realizar retrabajos, mejorando la supervisión y el control del proceso de producción de la plataforma del auto para el modelo VW361. El proceso de hojalatería podrá satisfacer de manera eficiente y oportuna las necesidades de su cliente interno, que es el proceso de montaje.

## 1.5 Alcances y limitaciones.

Los límites considerados en el estudio son dos:

### 1.5.1 Temporales.

El proyecto del diseño de control de calidad para la plataforma del auto VW361 se llevará a cabo en un lapso de diecinueve semanas, en los meses de Mayo –Septiembre 2018.

### 1.5.2 Espacial.

El diseño de control de calidad se llevará a cabo dentro de las instalaciones de una empresa automotriz, en N82.

## 1.6. Metodología general del estudio

Se refiere a las guías de acción que se seguirán para poder elaborar los objetivos planteados, que serán de tipo descriptivo y explicativo, realizando un diagnóstico general de las operaciones del proceso de producción y las reclamaciones realizadas por el proceso de Montaje, con el objetivo de mejorar los problemas que presenta la empresa.

La metodología estará desarrollada de la manera siguiente:

a) Describir los productos y el proceso de producción de la plataforma del auto.

- Recopilar información necesaria para poder llevar a cabo el proyecto, revisando reporte de reclamaciones y fallas frecuentes en el montaje.
- Describir y detallar el proceso de construcción carrocerías del modelo VW361.
- Analizar el proceso de producción de los productos que fabrica la empresa.
- Desarrollar un análisis del estado de mantenimiento que se les debe realizar a los robots de cabezales Tucker para poder identificar los motivos por los cuales se están desviando los pernos.

b) Analizar las metodologías disponibles para realizar el plan de trabajo adecuado para asegurar la calidad del proceso.

- Desarrollar el análisis de las técnicas de estudio y los factores que influyen en el diseño del plan de trabajo para mejorar la calidad del producto.

c) Diseñar el plan de trabajo estandarizado para el proceso de Hojalatería de la plataforma del auto VW61.

- Determinar las fallas y reclamaciones actuales, con base en datos estadísticos históricos de reporte de fallas y reclamaciones de Montaje que se presentan en la nave de estudio.
- Realizar el plan de trabajo estandarizado para mejorar la calidad del producto.

d) Realizar el análisis del costo-beneficio de la propuesta.

- Verificar la propuesta del método de trabajo estandarizado en el proceso de Hojalatería, realizando la comparación de resultados.
- Desarrollar un análisis detallado del costo que genera la mano de obra y los retrabajos realizados en el proceso de Montaje analizando los beneficios que genera a la empresa.

# CAPÍTULO 2.

# ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA PLATAFORMA DE VW361.

## 2.1 Marco conceptual general.

Este apartado permitirá identificar y describir los conceptos clave para el análisis del problema, siendo el tema central la Administración Total de la Calidad.

### 2.1.1 Administración total de la calidad.

En la década de 1981-1990, la Administración Total de la Calidad (*Total Quality Managemen*t en inglés), (Chase, Aquilano y Jacobs, 2004) llegó a ser una preocupación nacional en los Estados Unidos de América, como una respuesta al poder comercial Japonés que ganaba superioridad en la manufactura de automóviles y para competir, a nivel internacional, exigiendo que todos los proveedores demostraran el uso de herramientas de calidad para medir y documentar sus mejores prácticas acorde con los criterios de especificaciónde ISO, la Organización Internacional para la Estandarización, (*International Organization for Standarization),* los cuales fueron adoptados por la industriadesde 1987. Chase, Aquilano y Jacobs, (2004, p. 304) definen a la administración de la calidad como "la administración de toda la organización de manera que todas las áreas de los productos y servicios que son importantes para el cliente sean sobresalientes". En su publicación, los autores indican que la Administración Total de la Calidad cuenta con dos metas operacionales fundamentales que consisten en diseñar adecuadamente el producto o servicios y asegurarse de que los sistemas de la organización puedan producir de manera consistente el diseño.

La mejora constante es su atributo fundamental y surge de la teoría de que todas las operaciones comerciales y las actividades laborales pueden realizarse con más eficacia. Ello exige un método de administración que estimule la identificación y el aprovechamiento de oportunidades que se presenten para efectuar la mejora.

Ishikawa (1995) aseguró que es necesario aplicar sistemas para asegurar la calidad desde la etapa de desarrollo de un producto a fin de que tenga éxito y que se requiere, además, de la participación activa de todos los involucrados.

El aseguramiento de la calidad se basa en la estandarización de criterios a nivel internacional, lo cual simplifica el trabajo, facilita el control y permite a las empresas lograr beneficios como la reducción de costos por administración de la operación, conservación de energía y materiales, reducción de los costos de distribución y mejora de la imagen corporativa.

En términos prácticos, esto ayuda a las compañías a cumplir sus objetivos: ser rentables, generar empleos, pagar impuestos, entre otros, al tiempo que generan beneficios para la comunidad, el estado o provincia y el país en donde se fabrican o prestan sus servicios, generando utilidades para sus accionistas. Para que la empresa pueda generar utilidades, es preciso que logre satisfacer las necesidades y deseos de sus clientes.

Un cliente está dispuesto a adquirir un producto siempre y cuando satisfaga sus necesidades con un determinado precio y con una calidad específica. Es necesario entonces tener clientes que seleccionen y deseen el producto o servicio que ofrece la empresa. Cuando los clientes no encuentran valor en los productos y servicios de una empresa, buscan a otra compañía con una oferta similar pero con una ventaja superior.

Frecuentemente, las empresas caen en el error de pensar que un cliente compra el producto por sus características físicas, pero esta situación es más complicada: los clientes compran funciones, experiencias, desempeño y no productos; es decir, al comprar un automóvil, compran lo que pueden hacer con el coche, no el automóvil en sí; no compran un televisor sino un espectáculo.

Todo negocio existe porque tiene clientes y todo cliente tiene una serie de requisitos. Si el negocio satisface esos requisitos, es eficaz. Si no, es ineficaz. Y si uno esineficaz y no hace algo para remediar la situación pronto se quedará sin clientes y sin negocio (Ekces, 2003).

Como los negocios existen para generar utilidades, no se puede ser eficaz a cualquier costo, sin medir tiempos de trabajo y revisar el valor final de las operaciones realizadas y la rentabilidad de ejecutarlas. Si un negocio no es rentable, tampoco sobrevivirá. La productividad y la eficiencia operativa y financiera es esencial.

De acuerdo con el estudio realizado por Ginebra y Arana (1995), en el libro "Dirección por servicio", la calidad total es una nueva forma de hacer negocios. Se conforma una nueva forma o modelo de pensamiento de dirigir las empresas manufactureras y de servicio hacia la calidad, donde el cliente es el eje y motor de los cambios para conseguir los objetivos del negocio.

La siguiente tabla No.1 muestra una breve comparación entre los modelos más representativos de los gurús de la Calidad:

**Tabla No. 1 Comparación de autores.**

| Modelos | DEMING | JURAN | CROSBY | GINEBRA/ARANA |
|---|---|---|---|---|
| **Elementos centrales** | Calidad | Calidad | Calidad | Calidad/Secrvicio |
| **Eje central del cambio** | Proceso de manufactura | Producto y uso | La organnización | Contacto con el cliente |
| **Herramientas para el cambio** | Control estadístico del proceso | Diseño y control de especificaciòn | Cambio de actitudes a mayor esfuerzo | Auditoría a clientess/ pregunta a sus clientes y relación cliente-proveedor /interno/externo) |

Fuente: Ginebra y Arana, 1995.

Ginebra y Arana (1995) involucraron un nuevo concepto de la calidad del servicio que considera a las unidades de negocio y sus empresas, y lo denominó el *reflujo*. Este concepto se caracteriza por el miedo o culpa que siente el cliente después de haber adquirido un producto o servicio, y aumenta su intensidad de arrepentimiento si la compra fue grande o representó un costo excesivo. Esta situación lo puede llevar a tres decisiones:

a) Devolver el producto.

b) Resignarse.

c) Dejarse manipular (Ginebra y Arana, 1995).

Uno de los objetivos de este proyecto es precisamente desarrollar sistemas de calidad que eviten que el cliente tenga sentimientos o emociones negativas con respecto de su compra.

La empresa busca una satisfacción que va más allá del proceso de compra produciendo clientes leales a la marca que repetirán la compra de manera posterior, tanto para ellos, como para otros miembros de su familia, y que además se convertirán en los principales portavoces de la marca al recomendarla.

Las metodologías que han sido tradicionalmente usadas en programas de mejoramiento y administración de la calidad en las empresas tienen como base el uso de diversas herramientas de apoyo de mejora continua para los procesos. Comúnmente se les conoce como Herramientas de Calidad.

### 2.1.2 Definición de proceso

A fin de comprender el área de aplicación de este proyecto de mejora, se considera necesario definir qué es lo que se entiende por proceso. Un proceso se define como una serie de pasos, tareas o actividades que como principio reciben insumos de los proveedores, trasforman esos insumos y les agregan valor que al final puedan suministrar productos o servicios terminados a otros clientes (Galloway, 2002).

El nivel de desempeño de los procesos dará como resultado un nivel determinado de satisfacción de los clientes específicos que usen el producto o servicio. Uno de los primeros pasos que ayudan a todos los negocios a una unidad de negocio es identificar correctamente los procesos más importantes de los cuales depende el éxito de la empresa, como los procesos de los cuales depende su plan de negocio; es decir, que se alineen e impacten positivamente al logro de su misión y visión como empresa.

Los procesos tienen características importantes. Por ejemplo, es posible identificar tres aspectos esenciales en los procesos. Estos son:

a) Insumos.

b) Proceso de transformación.

c) Producto final.

Los insumos pueden ser: materiales, equipos, información, personal, dinero, o condiciones ambientales necesarias para llevar a cabo el proceso.El proceso de transformación adiciona valor a las entradas o insumos. Finalmente, el producto final se refiere a los resultados de un proceso; es decir, el producto o servicio que es creado por el proceso, el cual es entregado al cliente.

### 2.1.3 Siete Herramientas básicas de Calidad.

A nivel mundial existe un común acuerdo sobre el uso de siete herramientas básicas para la calidad y también sobre las llamadas "7 nuevas herramientas", que son de carácter cualitativo. Sin embargo, el acuerdo pareciera no extenderse hacia las propias herramientas. Algunos autores sugieren las herramientas que se incluyen como parte de este proyecto, mientras que otros señalan la existencia de herramientas adicionales, como en el caso del muestreo estratificado (SPC Group, 2018) que sin embargo, podría ser considerada más una técnica para el análisis de la información que una herramienta. Otros autores sugieren que el diagrama de flujo es una herramienta esencial o integran una colección de diversas gráficas para el control.

Como norma general (Ingeniería Industrial, 2018), existen algunas características que se denominan críticas para establecer la calidad de un producto o servicio. Lo más común es efectuar mediciones de estas características, obteniendo así datos numéricos. Si se mide cualquier característica de calidad de un producto o servicio, se observará que los valores numéricos presentan una fluctuación o variabilidad entre las distintas unidades del producto fabricado o servicio prestado.

Para realizar un mejor análisis de estos datos resulta útil apoyarse en lo que se denominan técnicas gráficas de calidad, que permiten visualizar fácilmente el problema.

Las siete herramientas de la calidad que fueron utilizadas en su conjunto, inicialmente por Ishikawa (1995), son las siguientes:

1. Diagramas de Causa – Efecto.
2. Planillas de inspección *(check lists).*
3. Gráficos de control.
4. Diagramas de flujo.
5. Histogramas.
6. Gráficos de Pareto.
7. Diagramas de dispersión.

Debido a sus características y alcance, para este proyecto de mejora se utilizarán solamente 5 herramientas; sin embargo, a continuación se describen todas ellas.

#### 2.1.3.1. Diagramas de causa-efecto.

El diagrama fue desarrollado por Kaoru Ishikawa (1995). En él se explica quévariabilidad de una característica de calidad es un efecto o consecuencia de múltiples causas. Por ello, al observar alguna inconformidad con alguna característica de calidad de un producto o servicio, es sumamente importante detallar las posibles causas de la inconsistencia. Los **diagramas de causa - efecto,** conocidos también como **diagramas de espina de pescado,** constituyen una de las herramientas de calidad más utilizadas. La metodología para el desarrollo de este diagrama es la siguiente:

1. Elegir la característica de calidad que se va a analizar. Por ejemplo, en la producción de frascos de mermelada, la característica podría ser el peso del frasco lleno, la densidad del producto.

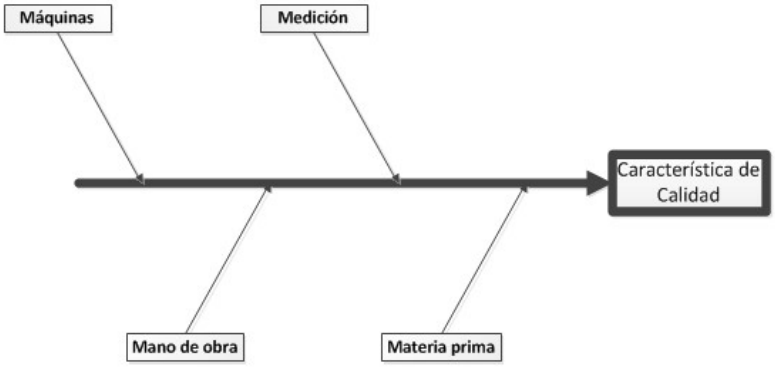
Se traza una flecha horizontal gruesa en sentido izquierda a derecha, que representa el proceso, y a la derecha de ésta se escribe la característica de calidad.

**Figura No. 1. Inicio del diagrama de causa-efecto.**

fuente: elaboración propia.

2. Se indican los factores causales más importantes que puedan generar la fluctuación de la característica de calidad. Se trazan flechas secundarias diagonales en dirección de la flecha principal. Usualmente estos factores causales se ven representados en Materias primas, Máquinas, Mano de obra, Métodos de medición, Medio ambiente.

**Figura No. 2 Esqueleto del diagrama causa-efecto.**

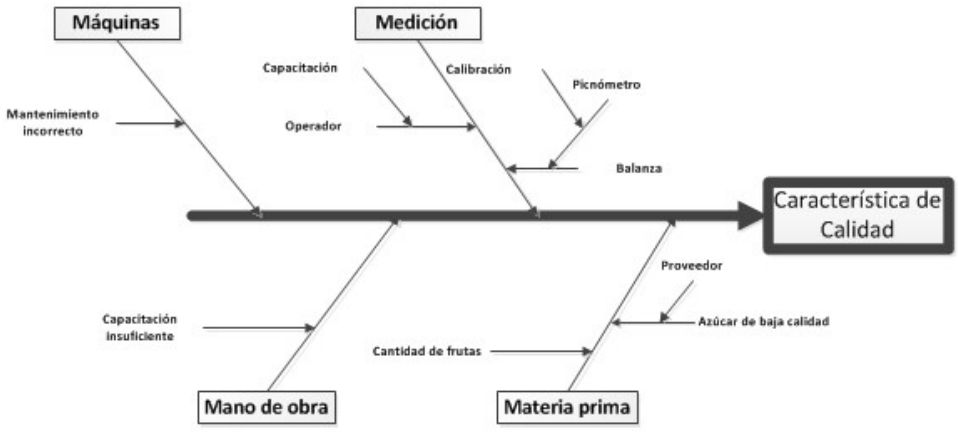



Fuente: elaboración propia (2018).

3. En cada rama de factores causales se realiza un análisis detallado de la fluctuación de la característica de calidad. Para simplificar ésta labor se puede recurrir a la

**técnica del interrogatorio**. De ésta forma se continúa ampliando el diagrama hasta garantizar que contenga todas las posibles causas de dispersión.

**Figura No. 3 Diagrama con ramas o espinas.**




**Fuente: Elaboración propia (2018).**

4. Se verifica que todos los factores causales de dispersión hayan sido anexados al diagrama. Una vez establecidas de manera clara las relaciones causa y efecto, el diagrama estará terminado.

### 2.1.3.2. Planillas de inspección *(check lists).*

Son una herramienta de recolección y registro de información. Se les conoce con diversos nombres, incluyendo *check lists* u hojas de verificación (SPC Group, 2019). La principal ventaja de éstas es que dependiendo de su diseño sirven tanto para registrar resultados, como para observar tendencias y dispersiones. Se trata de un formato o tabla destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático (SPC

Group, 2018). El diseño de una planilla de inspección requiere de un análisis estadístico previo, ya que en ella se preestablece una escala para que en lugar de registrar números se hagan marcaciones simples.

Como ejemplo, suponiendo que se tiene un lote de artículos y que se efectúa la medición del peso de estos, si se obtuviesen los 3 valores siguientes: 1,7 - 2,5 - 2,5, cada anotación se representará con el signo +(la simbología puede variar dependiendo del tipo de datos que se trate).

#### 2.1.3.3. Gráficas de control.

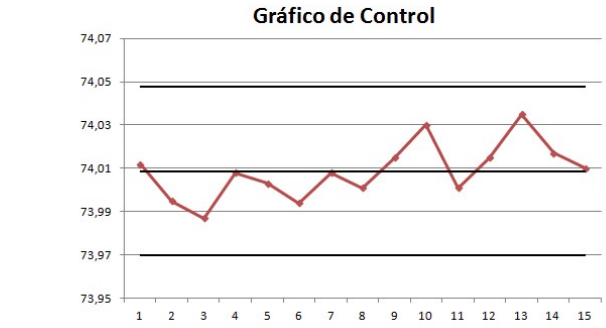
Estos son diagramas en los cuales se van registrando valores sucesivos de la característica de calidad que se está estudiando. Se trata de una representación gráfica de los distintos valores, que toma una característica correspondiente a un proceso y permite observar la evolución del proceso en el tiempo y compararlo contra límites de variación fijados con antelación (SPC Group, 2018). Estos datos se registran durante el proceso de elaboración o prestación del producto o servicio. Cada gráfico de control se compone de una línea central que representa el promedio histórico y dos límites de control (superior e inferior).

A continuación en  la figura No.4. se muestra un ejemplo de esta gráfica:

**Figura No. 4. Ejemplo de gráfica  de control.**

| N° de Muestra | Diámetro (milímetros) |
|---|---|
| 1 | 74,012 |
| 2 | 73,995 |
| 3 | 73,987 |
| 4 | 74,008 |
| 5 | 74,003 |
| 6 | 73,994 |
| 7 | 74,008 |
| 8 | 74,001 |
| 9 | 74,015 |
| 10 | 74,030 |
| 11 | 74,001 |
| 12 | 74,015 |
| 13 | 74,035 |
| 14 | 74,017 |
| 15 | 74,010 |

Estas mediciones pueden anotarse en una carta como la siguiente:




Fuente: Elaboración propia (2018).

En el ejemplo anterior todas las observaciones fluctúan alrededor de la línea central y dentro de los límites de control preestablecidos; sin embargo, no siempre será así. Cuando una observación no se encuentre dentro de los límites de control puede ser el indicio de que algo anda mal en el proceso.

Existen una gran cantidad de gráficos de control, por ejemplo, los gráficos X – R, gráficos np, gráficos C, gráficos Cusum, entre otros. Cuál elegir dependerá del tipo de variable a evaluar, o de lo que se espera que arroje el estudio; asimismo, variará el método de cálculo de la línea central y los límites de control.

### 2.1.3.4 Diagramas de Flujo.

Son una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, esperas, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Su importancia consiste en la simplificación de un análisis preliminar del proceso y las operaciones que tienen lugar al estudiar características de calidad. Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos usualmente estandarizados, y de conocimiento general. Los ingenieros industriales generalmente hacen referencia a la norma ASME – Guía para la elaboración de un diagrama de proceso para efectuar los diagramas de flujo; sin embargo, existen otras representaciones, a continuación mostramos un ejemplo:

**Figura No. 5 Ejemplo de diagrama de flujo**

Fuente: Elaboración propia (2018).

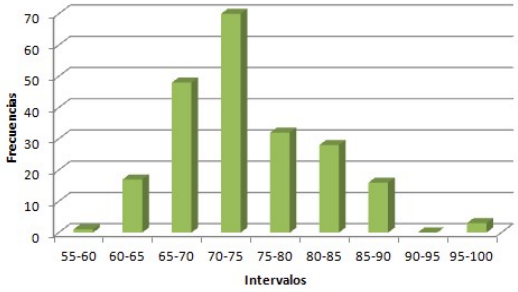
### 2.1.3.5 Histogramas.

Este diagrama de barras es un gráfico que muestra la frecuencia de cada uno de los resultados cuando se efectúan mediciones sucesivas. Éste gráfico permite observar alrededor de qué valor se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión alrededor de este valor. En el eje vertical se representan las frecuencias y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalados en marca de clase (SPC Group, 2019). Su utilidad radica en la posibilidad de visualizar rápidamente información aparentemente oculta en un tabulado inicial de datos. Es importante señalar que la forma que tiene el histograma es un factor relevante, ya que ello permite tener indicios sobre el comportamiento y naturaleza de los datos. A continuación se muestra un ejemplo, en la figura No.6.

**Figura No. 6 Ejemplo de histograma**

| Intervalo (kilogramos) | N° de sacos (frecuencia) |
|---|---|
| 55-60 | 1 |
| 60-65 | 17 |
| 65-70 | 48 |
| 70-75 | 70 |
| 75-80 | 32 |
| 80-85 | 28 |
| 85-90 | 16 |
| 90-95 | 0 |
| 95-100 | 3 |

Así se representan nuestras observaciones en un histograma:

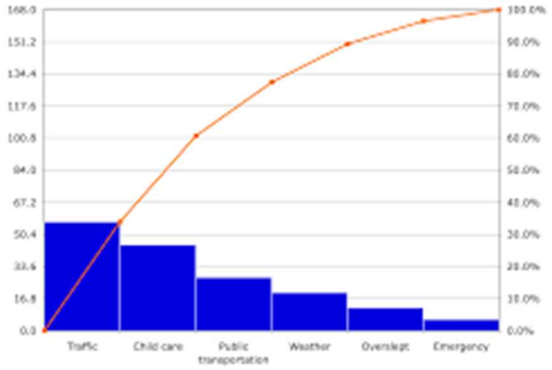



Fuente: Elaboración propia (2018).

### 2.1.3.6 Diagrama de Pareto.

Llamado también diagrama del 80/20, es una gráfica para organizar los datos obtenidos a través del histograma, de forma tal que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Este diagrama permite asignar un orden de prioridades para mostrar gráficamente el principio de Pareto de pocos vitales, muchos triviales; es decir, que existen muchos problemas que no son muy relevantes, mientras que algunos cuantos pueden considerarse como graves (SPC Group. 2018).

**Figura No. 7 Diagrama de Pareto.**

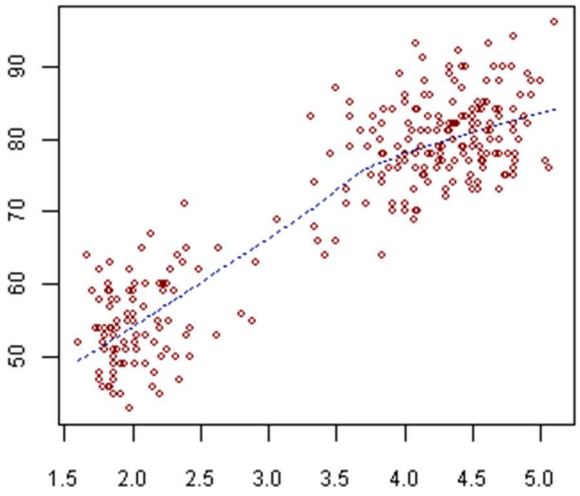



Fuente: About diagrams (2018)

### 2.1.3.7 Diagrama de dispersión.

Se trata de un diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se representan por puntos, cada uno de los cuales corresponde al mismo tiempo a una posición en el eje vertical y en el eje horizontal. A través de los patrones que aparecen en la gráfica es posible tomar decisiones diversas en cuanto a la calidad de un producto o un proceso y los motivos de las fallas o defectos (SPC Group, 2018).

**Figura No. 8. Diagrama de dispersión.**




Fuente: SPC Group (2018)

### 2.1.4 Reducción de tiempo improductivo.

Existen diferentes métodos de estudio para poder establecer técnicas que puedan reducir costos y eliminar el tiempo improductivo, entre ellos:

- El control de calidad garantizando: la aplicación de normas y métodos de inspección adecuados.
- La planificación y el control de la producción reducen el tiempo improductivo.
- El mantenimiento preventivo garantiza una vida más larga y un funcionamiento continuo de las máquinas y el equipo.
- Una dirección y una política de personal adecuadas crean un entorno de trabajo satisfactorio.
- La capacitación puede promover la adquisición de los conocimientos especializados adecuados (OIT, año).

## 2.2 Marco académico.

Para la elaboración del marco académico se analizaron trabajos excepcionalesy artículos científicos.

### 2.2.1 Antecedentes de tesis.

Existen numerosos proyectos de tesis que abordan temáticas relativas a la industria automotriz procesos que presentan problemas. Entre los trabajos de titulación que analizan un fenómeno similar a este proyecto de mejora destaca el estudio de Cantú (2008) titulado "Herramienta de Calidad para el aseguramiento de la Mejora Continua de Procesos Metodologia4-L", en el cual se implementa una metodología para realizar acciones correctivas y preventivas en una empresa de telefonía celular, aplicadas a la solución de problemas en los procesos operativos de la empresa. La propuesta permite trabajar en equipo con tareas conjuntas, así como la búsqueda de la mejora continua de los procesos, con el objetivo de lograr la satisfacción de los clientes internos y externos.

Este proyecto se llevó a cabo utilizando técnicas de análisis e identificación de problemas y causas raíz de los procesos operativos, herramientas similares a las utilizadas en este proyecto.

La tesis "Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua" de Bautista, Bautista y Rojas (2010), analiza el uso de las herramientas de mejora desde la perspectiva teórica y permite identificar sus similitudes, diferencias e interacciones.

### 2.2.2 Artículos científicos.

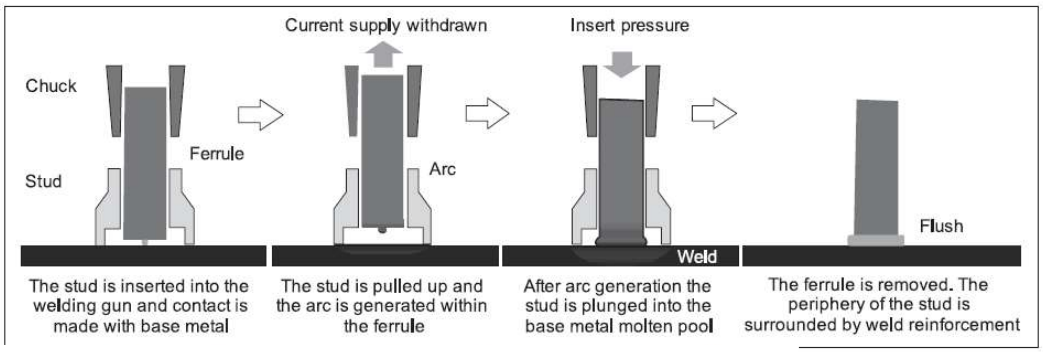
En cuanto a estudios publicados sobre el tema, destaca "New Products – Stud welding equipment" de la revista Mechanical Engineering (2008), editada por la American Society of Mechanical Engineers. Este estudio hace referencia a la nueva línea de la compañía digital del equipo de soldadura de pernos, llamada Smart, que ha avanzado en el control del proceso estadístico de datos, haciendo a la soldadura inteligente. El artículo muestra una documentación que sirve como una herramienta de refuerzo para mantener las medidas de control de calidad por medio de la notificación de información, la cual sirve como una herramienta de refuerzo para mantener las medidas de control de calidad, controlando los parámetros, el tiempo de corriente y voltaje. Las aportaciones resultan interesantes ya que explica la forma como que ha avanzado la tecnología de soldadura y diferentes maneras de controlar la calidad de soldadura de pernos.

El artículo titulado "Análisis de facilitadores para sostener la mejora continua en una empresa de autopartes", publicado por Tolamatl, Cano, Flores y Nava (2012), destaca la importancia de la mejora continua en las empresas del sector, destacando que mantener la mejor, o lograr una mejora sostenida, con frecuencia es tanto o más difícil que diseñar e implementar un proyecto de mejora.

Samardzic, Bajic y Laric (2010)publicaron"The influence of activating flux on joint properties at arc stud welding process", texto en el que se analiza la aplicación de la soldadura en pernos que se lleva a cabo en industrias como la de la construcción, la automotriz y la de electrodomésticos. Este proceso es eficiente ya que el perno está soldado a la pieza de trabajo de producción mediante calor desarrollado en forma de arco eléctrico, el cual funde la soldadura, y con un determinado tiempo de presión crea la unión del perno

soldado a la pieza. Los autores indican que se debe realizar una óptima selección de los parámetros de soldadura, ya que esto juega un papel importante en la calidad de los procesos de soldadura por arco (Ver soldadura de arco en la Figura 9).

**Figura No. 9 Soldadura por arco.**




Fuente: Smardzic (2010).

En el artículo se indica la forma como se realiza la medición de dureza del material con el fin de analizar la soldadura, los valores de la profundidad de la penetración de los pernos, confirma los cambios característicos debido a la soldadura con diferentes parámetros. Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la influencia de los cambios de los parámetros de soldadura sobre la diferencia de geometría durante la soldadura sobre una superficie plana y en un tubo. El artículo está relacionado con el tema de este proyecto ya que muestra las industrias en que puede ser utilizada esta tecnología, mostrando que la programación de parámetros varía de acuerdo a la superficie del producto en la que se está soldando el perno, llegando a ver cómo la soldadura de arco que se utiliza permite una mejor calidad de soldadura de los pernos.

La revista Welding (2000) presenta un estudio titulado **“**The influence of welding parameters on weld characteristics in electric ARC stud welding”**,** el cual está basado en la búsqueda de soluciones que permitan reducir los pesos de los vehículos dado que los fabricantes de automóviles están explorando nuevos uso del aluminio, incluyendo más componentes de aluminio en la construcción de la carrocería y requieren información valiosa para adquirir una mejor comprensión al soldar pernos.

La industria automotriz alrededor del mundo se encuentra comprometida con el aumento de la utilización de aluminio en los autos y camiones. Esto presenta grandes retos y responsabilidades para el montaje de los proveedores, en particular los que se especializan en procesos de soldadura.

Entre las aportaciones más relevantes del estudio destacan los continuos avances en la sofisticación tecnológica de DASW (soldadura por arco), los cuales consisten en llevar este proceso a la vanguardia en la promoción del uso de aluminio en los vehículos en todo el mundo.

Este método de la soldadura por arco con aluminio ha demostrado ser eficaz y fiable para las aplicaciones de acero desde hace décadas. Los automóviles de hoy en día tienen alrededor de 150 a 200 pernos soldados y algunos vehículos tienen incluso de más de 350 pernos.

La soldadura robotizada de pernos es una combinación de dos procesos, uno mecánico y uno eléctrico: El perno entra en contacto con la pieza y se presiona sobre él, generalmente por medio de la fuerza del resorte. Este movimiento de los pernos se llama "levante", y genera un arco eléctrico entre el perno y el punto de soldadura. Unos pocos milisegundos después el control inicia la intensidad de soldadura, que crea un conjunto de material fundido en el extremo del perno y la plancha de metal. La corriente de soldadura

puede variar de 200 a 3000 A, en función del diámetro del perno, del espesor del material base y de las condiciones de la superficie. El tiempo de soldadura normal oscila entre 10 y 100 ms. Luego de una fusión se logra garantizar una óptima integridad de la soldadura.

Este artículo se relaciona con el proyecto, ya que se observa el interés de la industria automotriz mundial en la reducción del peso de los automóviles ayudando la soldadura por arco de pernos a hacer más eficiente el proceso de producción de los automóviles. El artículo permite comprender cómo el proceso lleva la soldadura de los pernos en la lámina.

## 2.3 Marco contextual.

Para comprender la importancia del proyecto, en este apartado se describe la industria automotriz en nuestro país, y posteriormente, se centra el estudio en una empresa automotriz en el estado de Puebla.

### 2.3.1 La industria automotriz en México.

En nuestro país la industria automotriz ha mostrado madurez y un crecimiento dinámico y continuo según indicadores del año 2014. La organización Automotive Meetings (2018), señala que esta industria muestra señales claras de recuperación, ya que la producción de vehículos ligeros ha alcanzado un nuevo récord histórico de 3 millones de vehículos. Los pronósticos indican que la producción alcanzará 4 millones de unidades en 2018 y 5 millones para el año 2020 (AMAIA, 2014).

A nivel mundial, México es el octavo productor de autopartes y vehículos ligeros y pesados, siendo su mercado principal los Estados Unidos de América aun cuando se ha incrementado de manera sustancial la exportación a diversos países latinoamericanos (AMAIA, 2018).

El sector automotriz es impulsado por la presencia de 10 armadoras principales, las llamadas *Top 10* del mundo, que son General Motors , Ford, Chrysler, VWM, Nissan, Honda, BMW, Toyota, Volvo y Mercedes Benz.

La Secretaría de Economía (2012) ha señalado que esta industria se ha constituido como precursora de la competitividad en las regiones donde se ha establecido, lo que se ha traducido, entre otros resultados, en empleos más calificados y mejor remunerados, así como en un mayor desarrollo del capital humano.

Igualmente, el sector ha generado una importante derrama en relación a las capacidades tecnológicas que encuentran aplicación en otros sectores, como son el eléctrico, electrónico y aeroespacial que, a su vez, han propiciado la generación de cuadros técnicos especializados. Como ejemplo conviene señalar que en el sector aeronáutico se ha observado un fuerte crecimiento en los últimos años.

Por su amplia proveeduría y las ventajas competitivas a nivel mundial que ofrece México en mano de obra calificada y competitiva, posición geográfica y acceso preferencial a otros mercados. La industria automotriz mexicana tiene un alto potencial de crecimiento y degeneración de empleos de alta calidad (Secretaría de Economía, 2012).

### 2.3.2. La empresa en estudio.

El Grupo de la empresa automotriz, con sus oficinas centrales en Wolfsburg, Alemania, es uno de los productores automotrices líderes a nivel mundial y el más grande de Europa. En 2014, esta empresa automotriz entregó 10.137 millones de vehículos a nivel mundial, y tuvo una participación del 12.9% en el mercado mundial de vehículos para pasajeros.

Esta empresa automotriz opera en 119 plantas en 20 países europeos, y 11 más en América, Asia y África. Cada día, 592,586 colaboradores alrededor del mundo producen 41,000 vehículos, que son comercializados en 153 países.

La Secretaría de Economía tiene registrada a la empresa, como dedicada al "diseño interior y exterior de autos, desarrollo, pruebas y liberación de: sistemas electrónico, auxiliares y de autos especiales que cuenta con 800 ingenieros especializados" (Secretaría de Economía, 2012).

**Historia de la empresa automotriz en el estado de Puebla.**

En marzo de 1954 llegaron a México los primeros modelos de la empresa automotriz, con motivo de la exposición "Alemania y su industria", que se celebró en las instalaciones de Ciudad Universitaria, en la Ciudad de México.

En enero de 1964 se constituyó la empresa automotriz y en junio del siguiente año comenzaron los trabajos de construcción de la Planta en Puebla, produciendo, en 1967, el primer modelo.

En noviembre de 1970 comenzó con la producción de diferentes modelos y en abril de 1981 se inicia la fabricación de motores enfriados por agua.

En octubre de 1988 inició la producción de modelos para los mercados de Estados Unidos de América y Canadá, así mismo en los años de 1995 a 1997 se fabricaron modelos convertibles y se inicia la producción del NB.

En el año 2000,la empresa automotriz del estado de Puebla, estableció un récord de producción. La planta reportó una fabricación de 425,703 unidades. Celebrando, en el año 2001, la producción del vehículo número 5 millones.

En enero del 2008, la empresa automotriz del estado de Puebla celebró 10 años del lanzamiento del NB a los mercados mundiales; un millón de autos de este modelo producidos y siete millones de vehículos fabricados, estableciendo un nuevo récord de producción histórico, al fabricar 450,802 mil unidades.

En julio del año 2009 la empresa automotriz del estado de Puebla incluyó el desarrollo de un nuevo modelo y se llevó a cabo la ampliación de su planta con la construcción del nuevo Segmento Poniente, la cual fue inaugurada en julio del año 2010. En este segmento se produce, en exclusiva para todo el mundo, la sexta generación del VW361.

Con motivo de las celebraciones por el Bicentenario de la Independencia de México, la empresa automotriz fabrica el nuevo VW361, Edición Especial Bicentenario.

En enero de 2011 dio inicio la construcción de la nueva planta de motores de la empresa automotriz, en Silao, Guanajuato, desde la que se surten motores de última generación a las plantas que se encuentran situadas en la ciudad de Puebla y Chattanooga, con una producción anual de 330 mil motores.

#### 2.3.1.1Misión, visión, principios y valores.

**Misión.**

Entusiasmar a nuestros clientes en todo el mundo con automóviles innovadores, confiables y amigables con el medio ambiente, así como con servicios de excelencia, para obtener resultados sobresalientes.

**Visión.**

- Somos una empresa exitosa que genera utilidades de manera sustentable.
- Somos líderes en el mercado mexicano, logrando satisfacer y retener al cliente ofreciendo un servicio excelente.
- Somos competitivos y confiables en el desarrollo y la producción de vehículos y componentes.
- Somos un socio comercial atractivo para proveedores y concesionarios, estableciendo con ellos relaciones sustentables.
- Somos un equipo de colaboradores competentes, comprometidos y satisfechos.
- Contamos con procesos innovadores, confiables y transparentes, enfocados a una calidad excelente y la satisfacción de nuestros clientes.

**Principios.**

- Orientación a la mejora continua de nuestros procesos.
- Cumplir con los requisitos nacionales, internacionales y del Grupo de la empresa automotriz en el estado de Puebla en materia de:
    - Calidad en los productos y servicios, prevención de la contaminación ambiental, seguridad y salud laboral
    - Fomentar una actitud de excelencia en todos nuestros colaboradores y socios comerciales

**Valores.**

- Cercanía al Cliente
- Alto Desempeño
- Crear Valores
- Capacidad de Renovación
- Respeto
- Responsabilidad
- Desarrollo Sustentable (Empresa automotriz del estado de Puebla, 2018)

# CAPÍTULO 3.

# DIAGÓSTICO DEL ÁREA DE HOJALATERÍA DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

## 3.1. Descripción de los equipos: el cabezal Tucker.

En el área de hojalatería, con la nueva unidad de potencia y control DCE (Digitally Controlled Energy), (Emhart Teknologies Tucker, 2014), todo el proceso de soldadura y sus parámetros se controlan y regulan en tiempo real desde procesadores de señales (DSPs).

La regulación electrónica del movimiento de los pernos se realiza en tiempo real. El ciclo de soldadura dispone de un sistema integrado de medición que realiza permanentemente el control de la ejecución. Así, el sistema reacciona inmediata y automáticamente cuando se producen cambios en la geometría de la pieza. Se obtiene un tiempo de soldadura constante independientemente del desgaste. Aunque las proyecciones de la soldadurase eliminan casi totalmente por la inmersión controlada y amortiguada del perno, los gases y el polvo metálico pueden ensuciar las piezas implicadas en el movimiento de elevación del cabezal y el perno, conservando la alta calidad de cada soldadura.

Otras ventajas importantes son: una vida útil mucho más larga de todas las piezas de recambio y una reducida frecuencia de los trabajos de mantenimiento.

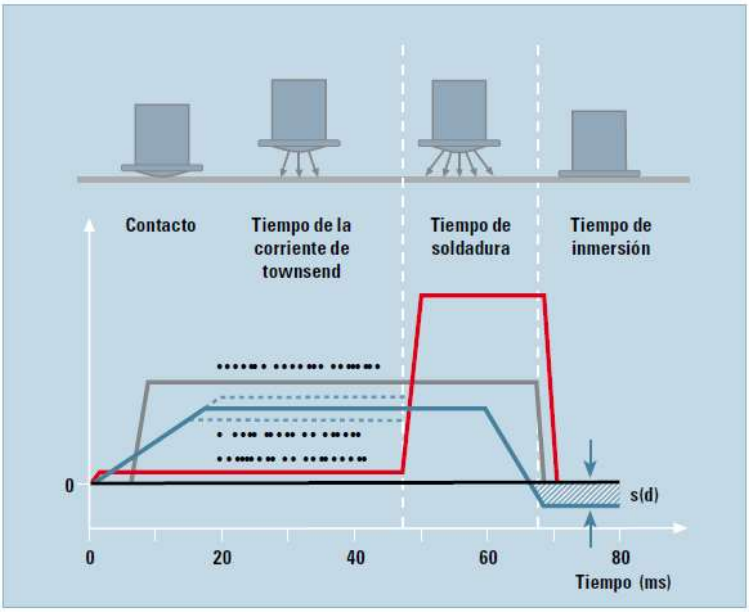
**Figura No. 10 Fotografía del cabezal Tucker.**

Fuente: Emhart Technologies (2014).

Esta tecnología TUCKER es la respuesta a la creciente demanda de reducción de peso en la construcción de automóviles. Ofrece una nueva calidad de la soldadura de pernos, apta también para chapas finas de ≤ 0,6mm para aceros de resistencia elevada, para aluminio, magnesio y muchos materiales multicapa y aleaciones.

La calidad de una soldadura se muestra también en el nivel de penetración s(d) del perno en el baño de soldadura. La serie DCE permite realizar la programación, el control y la visualización del nivel de penetración.

**Figura No.11 Diagrama de soldadura.**




Fuente: Emhart Technologies (2014).

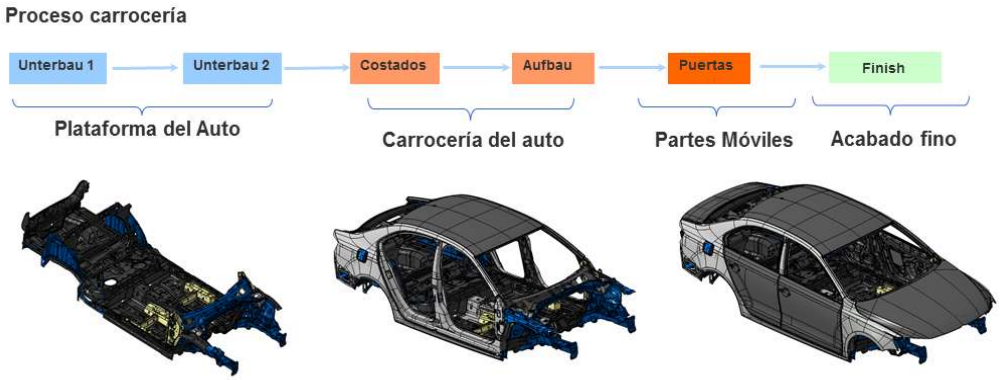
Uno de los beneficios principales de este equipo es que puede programarse libremente de manera individual, en función de cada programa de soldadura, en una gama desde los 0,6 mm hasta los 3 mm. De esta manera, cada aplicación puede ser ajustada de manera óptima al correspondiente trabajo de soldadura.

Se puede obtener un tiempo de soldadura constante independientemente del desgaste, aunque las proyecciones de la soldadura se eliminan casi totalmente por la inmersión controlada y amortiguada del perno. Los gases y el polvo metálico pueden ensuciar las piezas implicadas en el movimiento de elevación del cabezal y el perno; sin embargo, se conserva la alta calidad de cada soldadura.

### 3.2. Proceso de Hojalatería N82.

El proceso se divide en 4 sub-procesos principales.

**Figura No. 12. Proceso de hojalatería.**




Fuente: xElaboración propia (2018).

1. **Unterbau** es la primera parte del proceso de construcción carrocerías donde nace la estructura del auto. En este proceso se colocan los pernos en la plataforma para poder ensamblar las piezas plásticas y sus componentes en montaje.
2. **Aufbau** es el proceso intermedio de la carrocería. En éste se colocan los costados del auto, que se unen a través de soldadura por láser al toldo del auto, formando así la estructura de la carrocería.
3. **Puertas y Tapas** es el proceso de partes móviles. En esta fase se colocan las puertas y tapas de la carrocería, ajustando mediante bisagras que unen las partes a la carrocería.
4. **Finish** se refiere al acabado fino a la carrocería. Se trata de un punto de revisión, donde se verifica que la superficie de las piezas se encuentre en orden, se limpia la

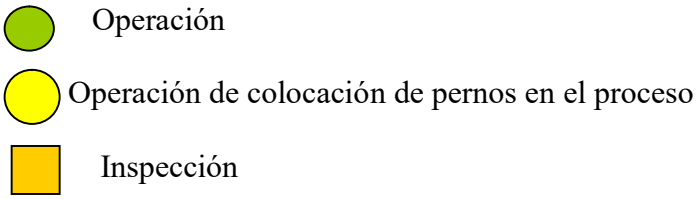
carrocería para evitar reclamos del proceso de pintura por perlas de soldadura, proyecciones, polvo metálico y generación de polvos por retrabajos.

### 3.3 Proceso de Análisis.

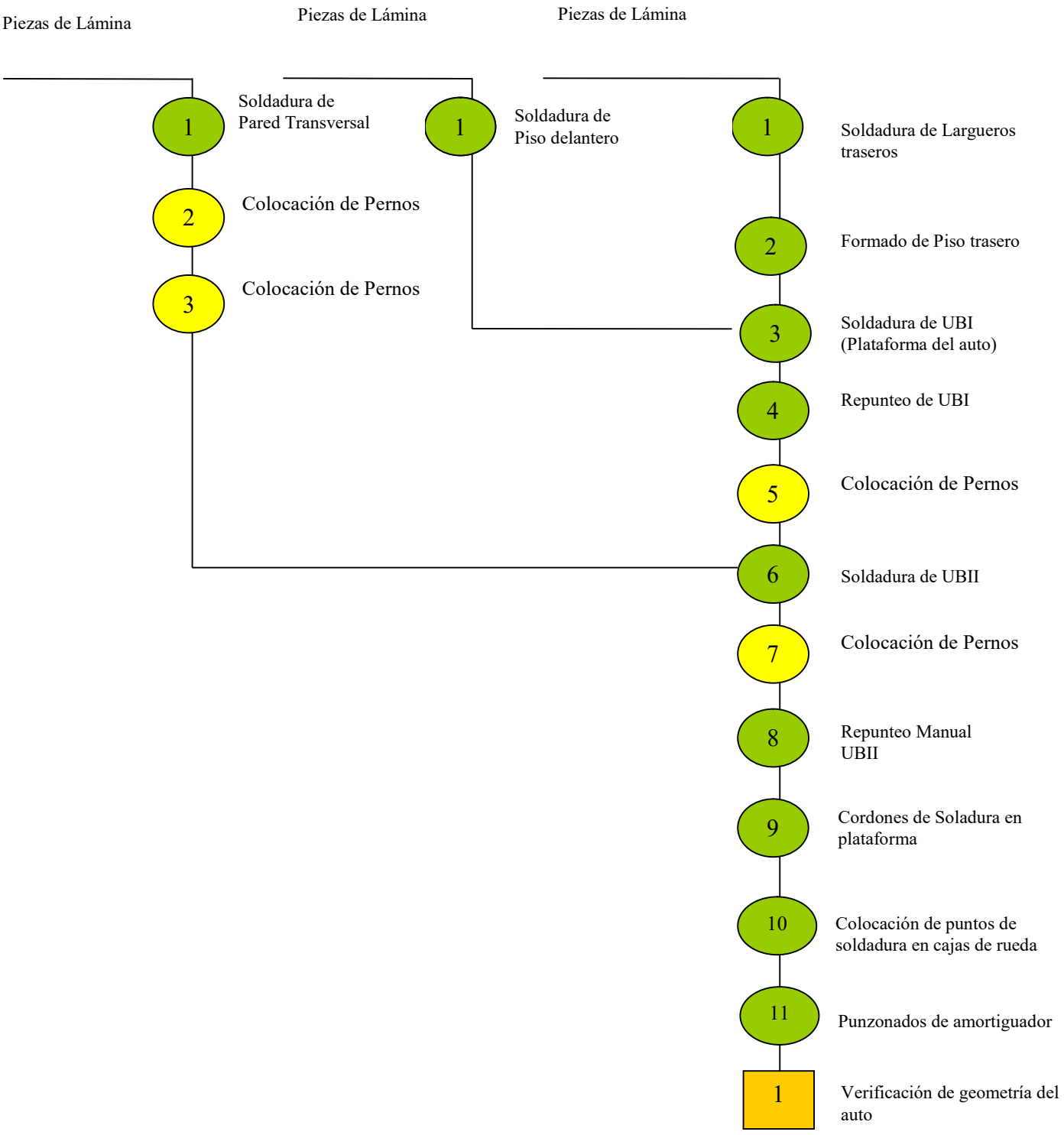
El estudio que se realizó en este proyecto de mejora está dirigido al proceso de UNTERBAU (Plataforma del auto) en el cual se lleva a cabo la colocación de pernos.

A continuación se presenta un cursograma sinóptico con las operaciones del proceso de producción de la plataforma.

**Figura No. 13 Cursograma sinóptico proceso de producción de Plataforma**



**CURSOGRAMA SINÓPTICO: Plataforma del auto.**

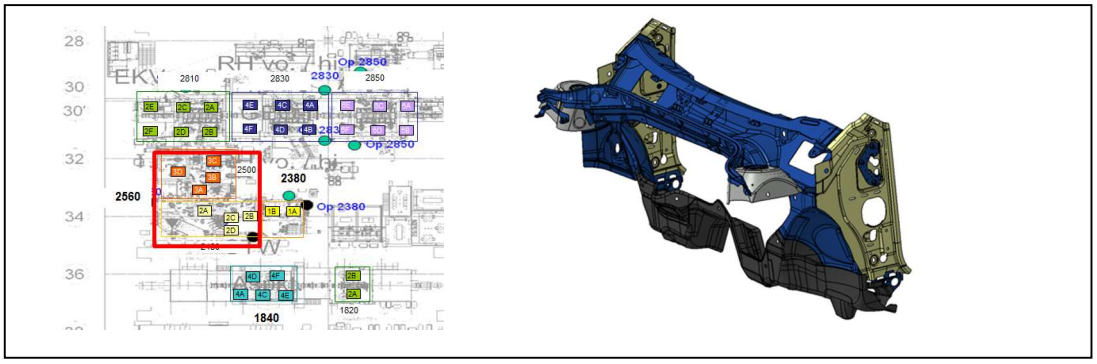



Fuente: Elaboración propia (2018)

El proceso UNTERBAU es denominado como UBS y se basa en la unión de 3 subprocesos:

1. **Pared transversal.**

**Figura 14. Imagen de pared transversal**

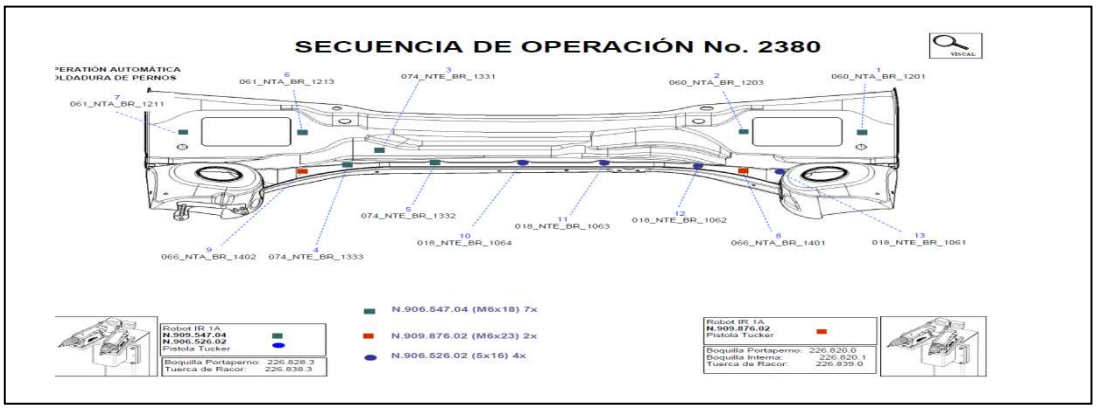



Fuente: Elaboración propia (2018).

**Operación 1:** La pared transversal es la parte delantera de la plataforma donde se ensambla el *Cock-pit* del auto, esta se ensambla de la operación 2830 a 2500 como se muestra en el diagrama de distribución en planta.

**Operación 2:** Se colocan 13 pernos en el Canal de agua OP. 2380.

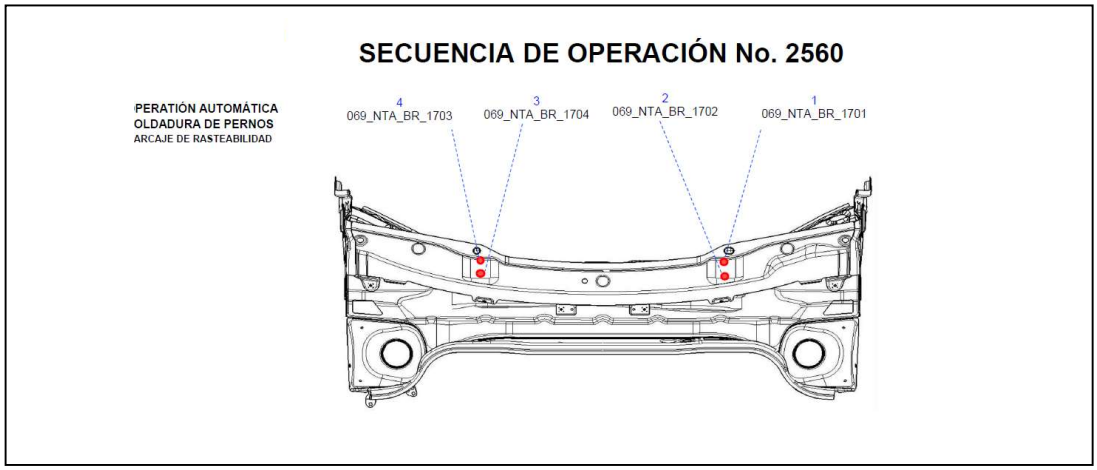
**Figura 15. Secuencia de operación 2380.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Operación 3:** Se colocan 5 pernos en la parte superior de la pared transversal en la OP.2560.

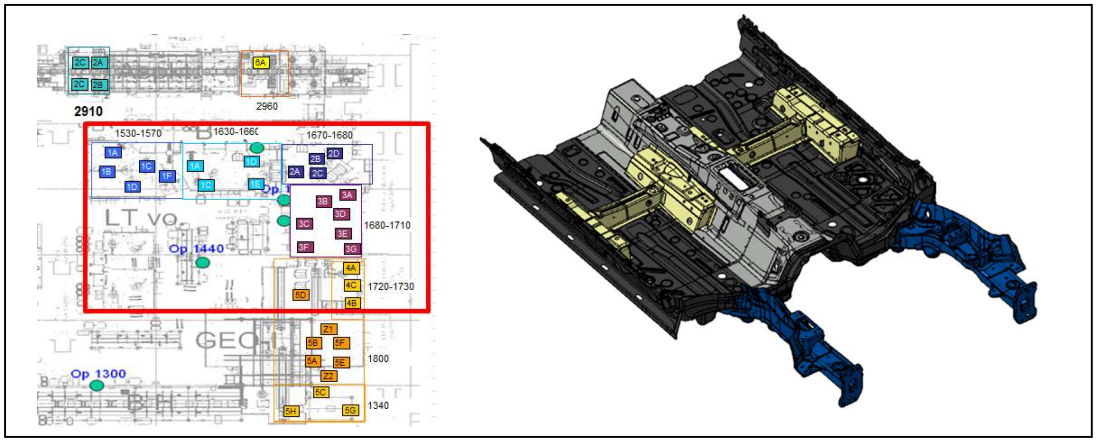
**Figura No. 16 Secuencia de operación 2560.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII.

## 2.-Soldadura piso delantero.

**Figura 17. Imagen del piso delantero.**

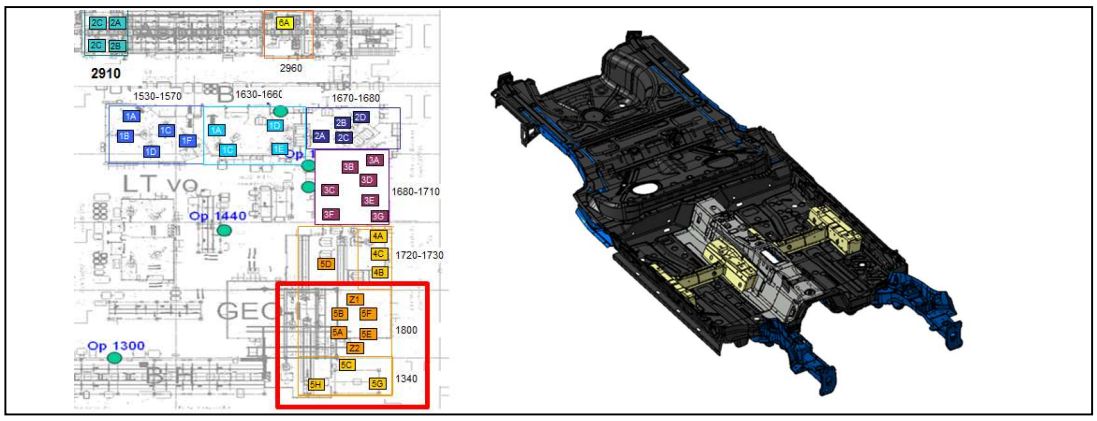



Fuente: Elaboración propia (2018).

**Operación 1:** Se suelda el piso delantero con los domos de asiento, túnel y largueros delanteros en operaciones automáticas.

### 3.- Soladura de UBI piso delantero y trasero.

**Figura No. 18 soldadura en piso delantero y trasero.**




Fuente: Elaboración propia.

**Operación 1:** Se lleva a cabo el formado de los largueros traseros (Operación manual).

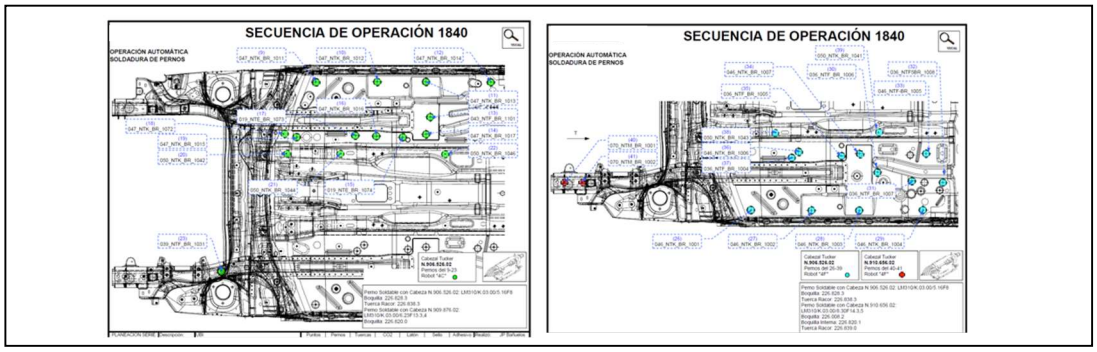
**Operación 2:** Se sueldan los largueros traseros al piso trasero.

**Operación 3:** Se ensamblan el piso trasero y delantero en OP.1800.

**Operación 4:** La plataforma pasa al re-punteo manual donde se refuerza la unión de ambos pisos, con un re-punteo de robots automatizado.

**Operación 5:** Se colocan 57 pernos en partes bajas de la plataforma en la operación 1840.

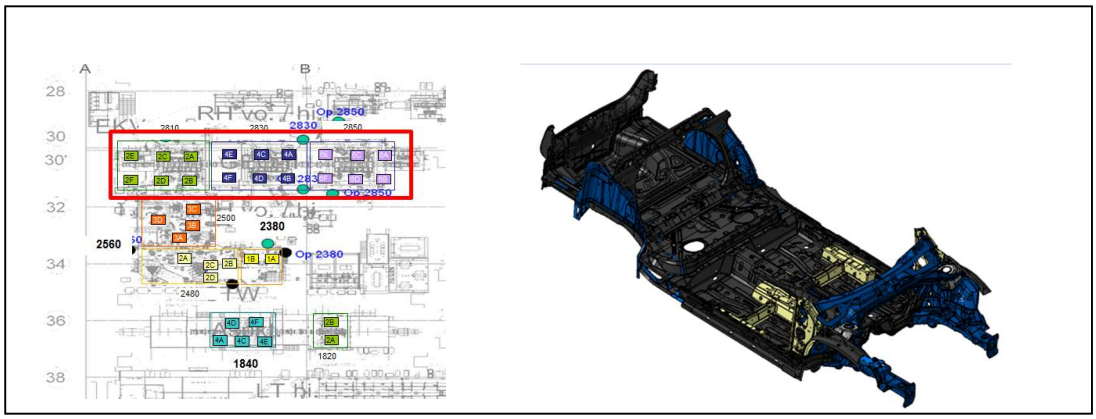
**Figura No. 19 Secuencia de operación 1840.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Operación 6:** Se suelda en la geometría del UBII las cajas de rueda traseras y delanteras del auto, así mismo se coloca la pared transversal, para poder formar la estructura final de la plataforma del auto.

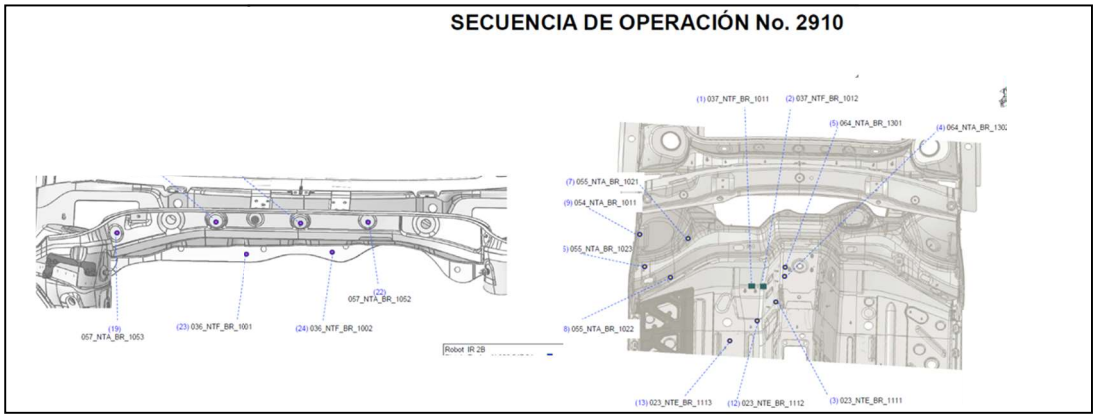
**Figura No. 20 Operación 6.**




Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Operación 7:** Se colocan pernos en la parte superior de la plataforma, así como largueros delanteros, cajas de rueda, piso trasero y delantero. Colocando en total 78 pernos en la operación 2910.

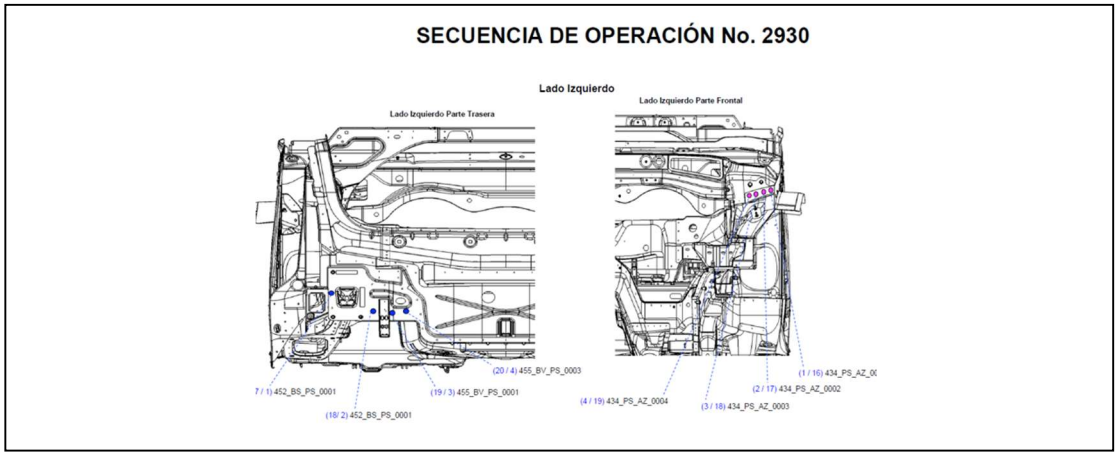
**Figura No. 21 Secuencia de operación 2910.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Operación 8:** Se lleva a cabo el repunteo manual de la plataforma, para tener acceso ciertos puntos donde los robots no pueden ingresar, como cajas de rueda delanteras, soldadura del piso, en lugares geométricos.

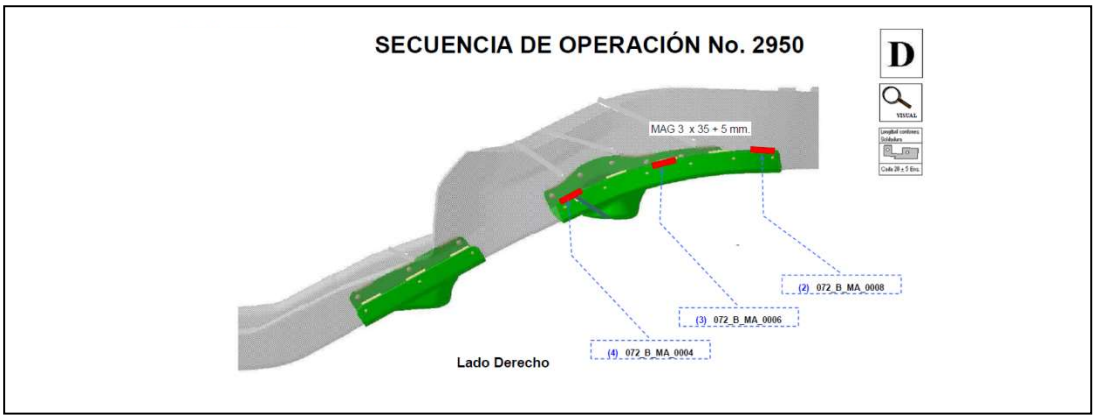
**Figura No. 22. Secuencia de operación 2930.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Operación 9:** Se colocan cordones de soldadura MIG y MAG en domos de asiento y largueros delanteros, estos son por pruebas CRASH los cuales son cordones de seguridad.

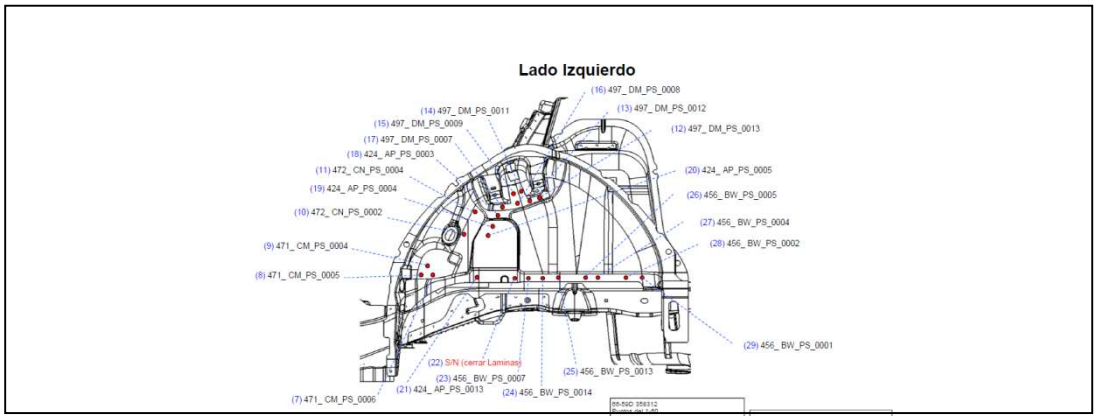
**Figura No. 23 Secuencia de operación 2950.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII ( 2018).

**Operación 10:** Se colocan 200 puntos de soldadura en las cajas de rueda trasera que dan el acabado final a la plataforma para asegurar el ensamble adecuado de todas las piezas.

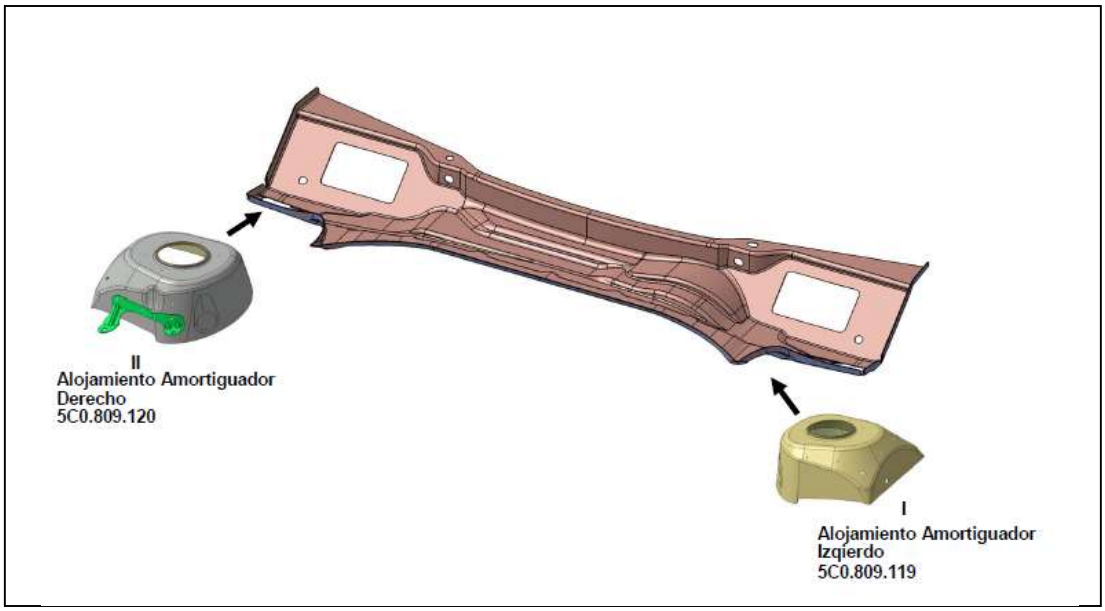
**Figura No. 24. Soldadura de caja de rueda.**




Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Operación 11:** Se llevan a cabo unos punzonados en el canal de agua, donde se ensamblan los amortiguadores de las cajas delanteras.

**Figura No. 25 Punzonado en el canal de agua.**

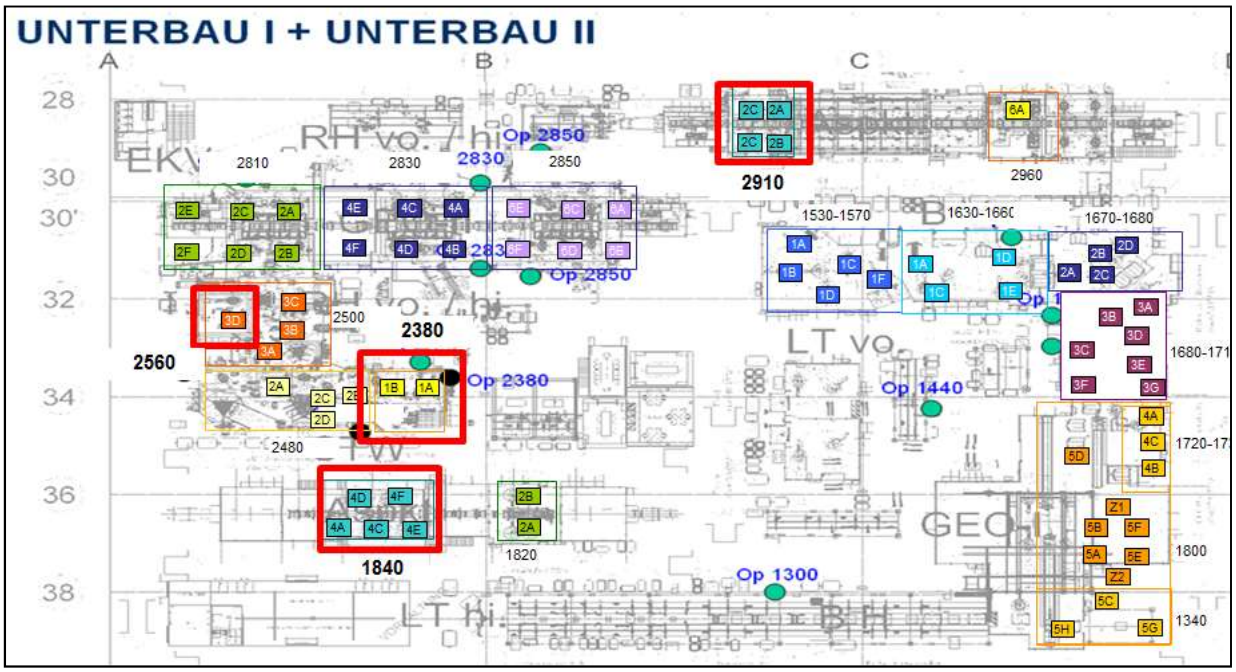



Fuente: Secuencia de operaciones UBII (2018).

**Inspección 12:** Se tiene un sistema de PERCEPTRON que mide puntos específicos de la geometría de la carrocería. Esto para asegurar la calidad de sus piezas.

Como podemos observar, en el proceso de la plataforma se colocan los pernos en 3 operaciones específicas: (AFO 1840, AFO 2380, AFO 2910) las cuales se encuentran señaladas en la figura 26, que nos muestra el *Layout* de Unterbau.

**Figura 26. Layout Unterbau I y II**




Fuente: Elaboración propia (2018).

En la plataforma del auto se coloca un total de 153 pernos.

En la tabla No.2 se puede observar la frecuencia en que infiere cada operación en la colocación de pernos y cuantos pernos se colocan por robot.

**Tabla No. 2 colocación de pernos**

**CON BASE EN FRECUENCIA**

| OPERACIÓN | CANT DE PERNOS QUE COLOCA | % DE COLOCACIÓN DE PERNOS |
|---|---|---|
| 2910 | 78 | 51% |
| 1840 | 57 | 37% |
| 2380 | 13 | 8% |
| 2560 | 5 | 3% |

| ROBOT | 2A | 2B | 2C | 2D |
|---|---|---|---|---|
| CANT DE PERNOS | 13 | 22 | 18 | 25 |
| % DE PERNOS | 17% | 28% | 23% | 32% |
| ROBOT | 4C | 4D | 4E | 4F |
| CANT DE PERNOS | 16 | 13 | 14 | 14 |
| % DE PERNOS | 28% | 23% | 25% | 25% |
| ROBOT | 1A | | | |
| CANT DE PERNOS | 13 | | | |
| % DE PERNOS | 100% | | | |
| ROBOT | 3D | | | |
| CANT DE PERNOS | 5 | | | |
| % DE PERNOS | 100% | | | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Las operaciones 2910 y 1840 son las que más pernos colocan en la plataforma teniendo mayor influencia en el proceso.

En la plataforma se colocan 11 tipos de pernos. Podemos observar los diferentes tipos en la tabla siguiente.

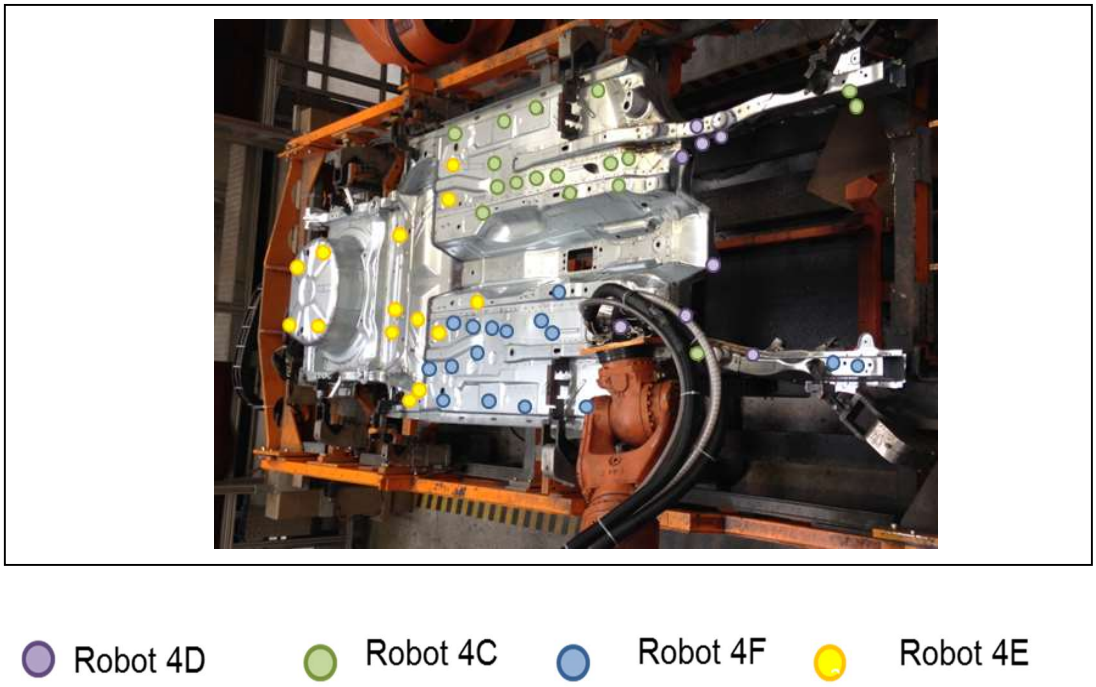
**Tabla No. 3 Tipos de pernos**

| Nro. | Perno | Foto |
|---|---|---|
| 1 | WHT.000.868 | |
| 2 | WHT.000.869 | |
| 3 | N 910.656.02 | |
| 4 | N.906.547.04 | |
| 5 | N 906.526.02 | |
| 6 | WHT.000.262 | |
| 7 | N.910.698.02 | |
| 8 | N.910.176.02 | |
| 9 | N.907.587.03 | |
| 10 | N.908.895.02 | |
| 11 | N.908.505.01 | |

Fuente: Elaboración propia (2018).

En la figura27, es posible observar un ejemplo de la colocación de pernos en plataforma OP.1840, mostrando con diferentes colores los pernos que coloca cada robot.

**Figura 27. Colocación de pernos en plataforma.**




Fuente: Elaboración propia (2018).

### 3.4 Producción Unterbau.

Para la producción Unterbau se ha establecido una meta diaria a cumplir para la producción de las plataformas. Para ello se trabaja en 3 turnos distribuidos de la siguiente manera:

- Primer turno – 192 plataformas.
- Segundo turno - 180 plataformas.
- Tercer Turno – 156 plataformas.

Por hora se debe lograr producir 24 plataformas, esto debería conseguirse aun con los imprevistos de falla que puedan ocurrir diariamente.

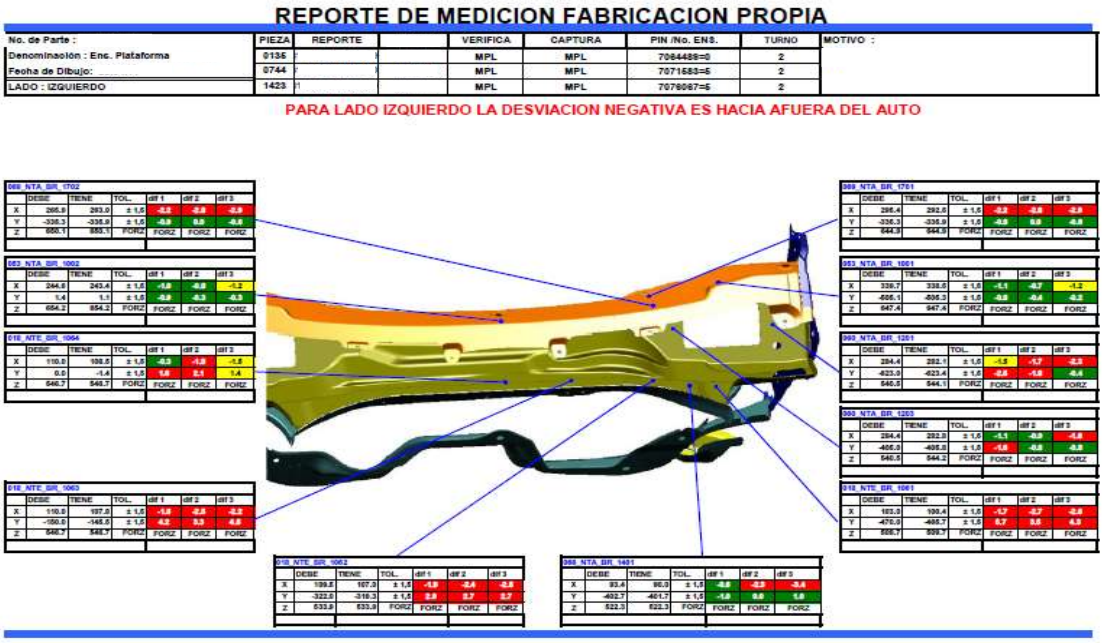
### 3.5 Situación actual.

En la nave de producción de la carrocería del modelo VW361, se llevan a cabo controles semanales de la geometría del auto por medio de reportes de medición, de acuerdo a los cuales se obtiene un control adecuado del proceso, para poder lograr la calidad requerida.

En el proceso de la plataforma del auto se llevan a cabo mediciones semanales de la posición de los pernos, para poder controlar el proceso. Cuando se observan desviaciones mayores a 1 mm en los diferentes ejes (X, Y, Z), se llevan a cabo ajustes en las diferentes operaciones basados en estos reportes de medición.

En la figura No. 28 se puede observar un ejemplo de los reportes emitidos sobre las mediciones de pernos.

**Figura No. 28 Reporte de medición Sala de medición**

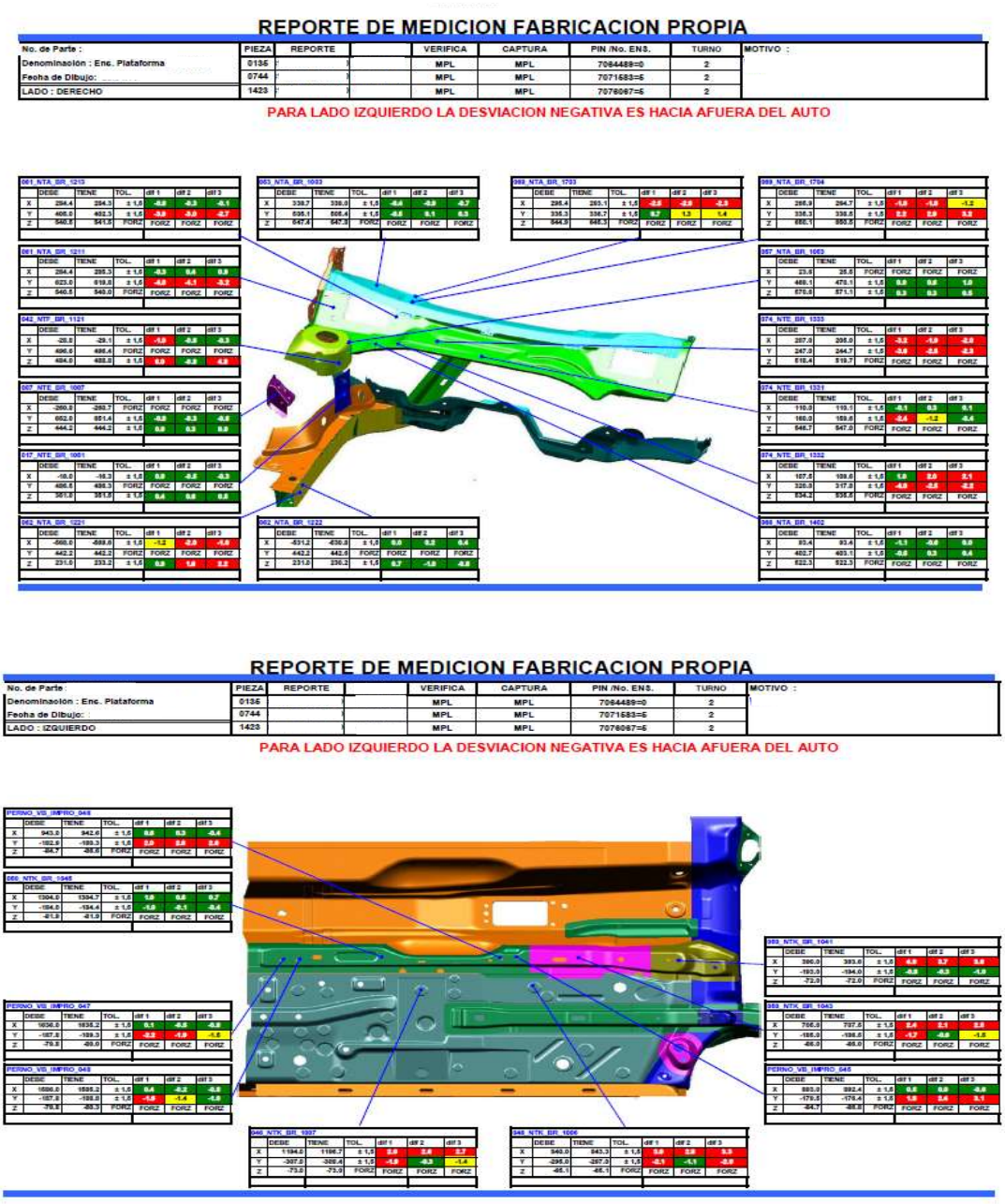



Fuente: Reportes Sala de medición (2018).

En el reporte se puede observar la desviación de pernos en la pared transversal, en eje y de hasta 4.3 mm hacia afuera del auto, así como también desviaciones de pernos hacia adentro del auto de 2.4 mm, lo cual afecta a la calidad de la plataforma.

En los reportes posteriores se observan desviaciones de hasta 3.1 mm en partes bajas del auto, lo cual afecta al ensamble de las tolvas.

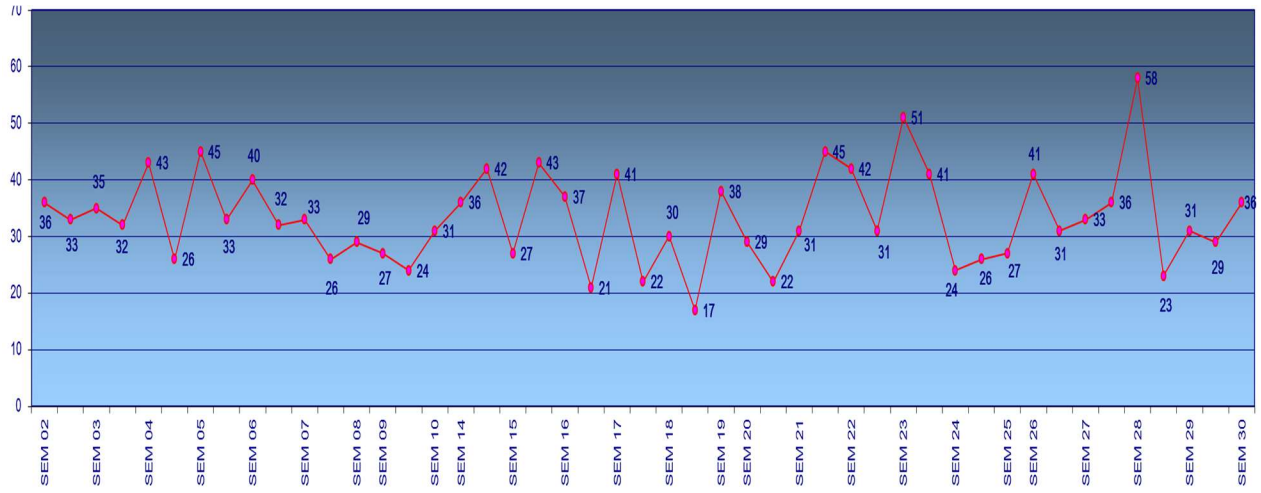
**Figura No. 29. Reporte de medición, fabricación propia.**




Fuente: Reportes Sala de medición (2018).

De acuerdo a los resultados de estos reportes de medición se llevó a cabo una gráfica de tendencia, para analizar el comportamiento de las desviaciones de pernos semanalmente.

**Figura No. 30 Análisis de desviaciones.**




Fuente: Elaboración propia (2018)

En la Figura No.30 se puede observar que la tendencia de desviación de los pernos es elevada, ya que oscila entre 36 a 58 pernos desviados semanalmente. Esto se debe a los mantenimientos que se les dan a los cabezales Tucker en fin de semana, ya que si los mismos no son referenciados de la manera adecuada, pueden provocar desviaciones en los ejes de colocación de los pernos.

Se deben tomar en cuenta estas desviaciones debido a que provocan que el proceso de producción de la plataforma sea ineficiente, creando retrabajos en procesos posteriores y dando valor inapropiado a las labores de los técnicos.

### 3.5.1 Reclamaciones del proceso de Montaje.

Debido a las desviaciones que pueden presentar los pernos en la plataforma del auto, se producen retrabajos en el proceso de montaje.

En el proceso de montaje se lleva a cabo el ensamble de las partes bajas del auto, como tolvas, piezas físicas como el cerebro de *airbag* o tuberías de clima, entre otros, pero debido a que las piezas plásticas tienen estructurada su forma de entrada y ajuste, es necesario mantener un control más preciso de los pernos, porque su desviación provoca retrabajos tales como:

- Abocardado de las piezas plásticas.
- Deformación de pernos, para llegar a estado DEBE.
- Remover pernos y colocarlos en la posición correcta. Para este retrabajo el proceso es más complicadoya que se debe limar la pintura para dejar la lámina en estado virgen y poder llevar a cabo la soldadura de los pernos.

En la figura No.31 se presentan algunos ejemplos de retrabajos:

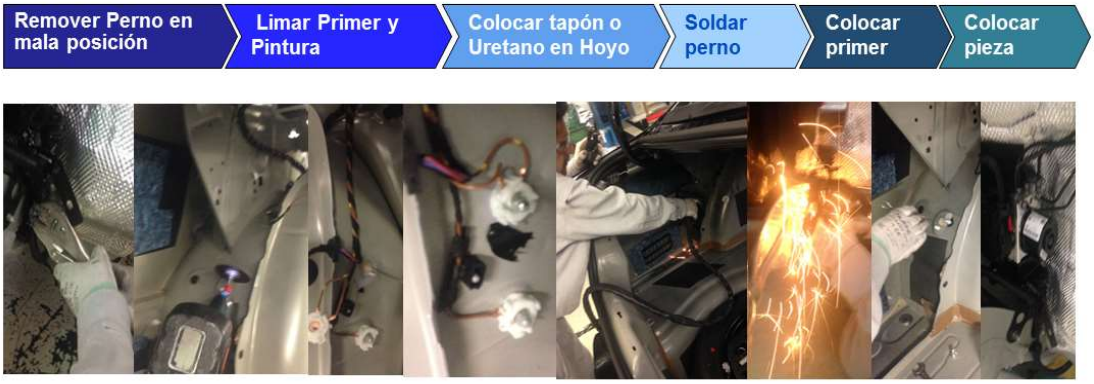
**Figura No. 31 Abocardado de Piezas plásticas**

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

**Figura No. 32. Deformación de Pernos para llegar al estado DEBE**

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

**Figura No. 33. Proceso de colocación de nuevos pernos**



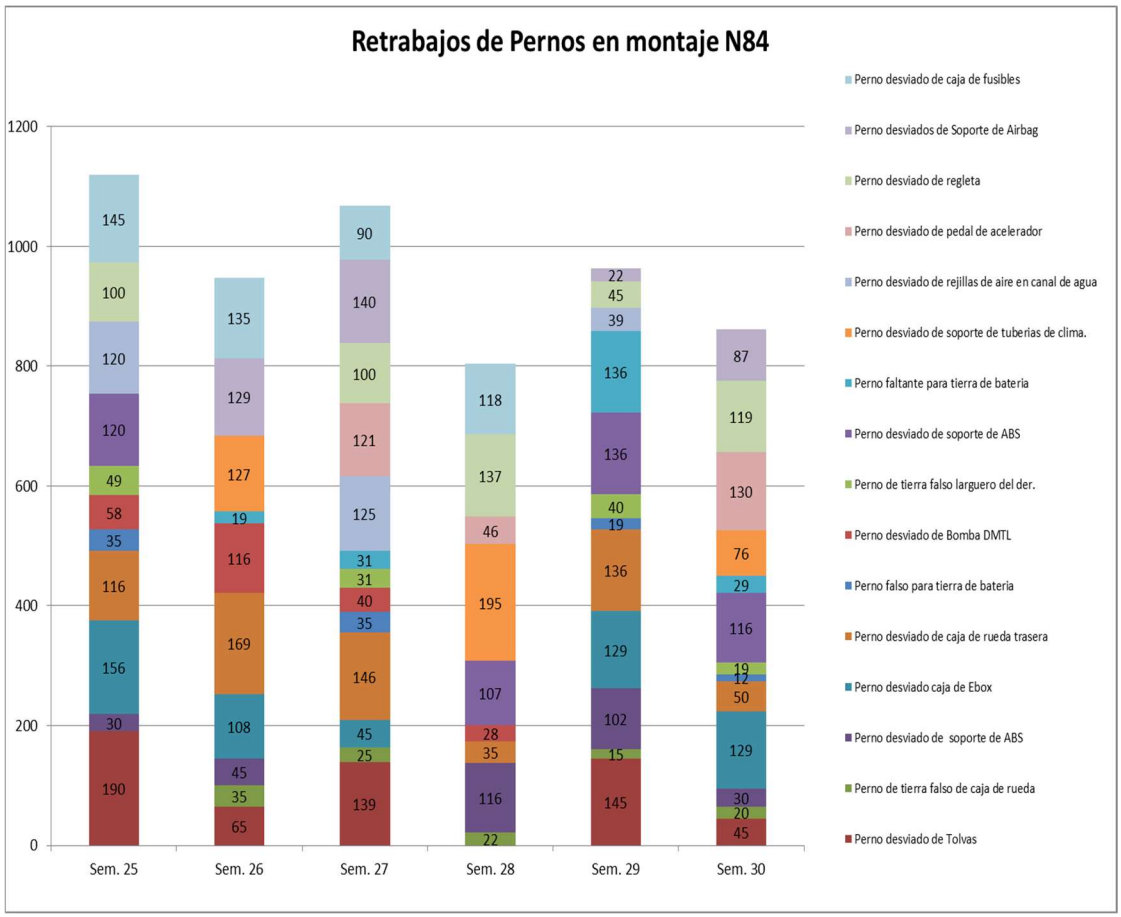

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

Estos retrabajos provocan que sea necesario contar con un técnico de hojalatería en el proceso de montaje específicamente para poder llevar a cabo los retrabajos de pernos. Es

necesario señalar que existe ya otra persona de planta de hojalatería llevando a cabo los diferentes retrabajos de lámina que pueden ocurrir.

En la figura No.34 se muestra la tendencia de retrabajos que son llevados semanalmente en la Nave de Montaje. Se comienzan a registrar y llevar un control de los retrabajos que son realizados en montaje a partir de la semana 25.

**Figura No. 34 Tendencia de retrabajos.**



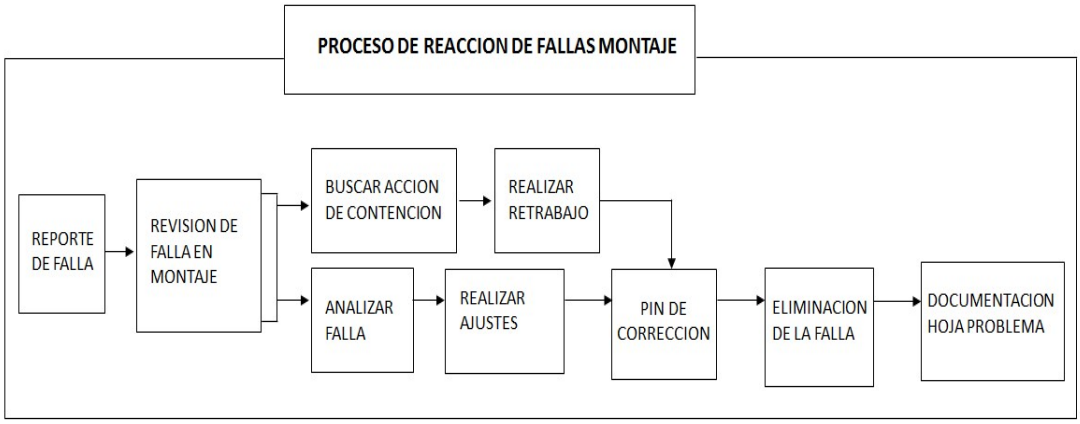

Fuente: Elaboración propia (2018).

Debido a que las reclamaciones son recurrentes, es necesario encontrar la causa raíz, y llevar un control especifico de estas desviaciones, ya que provocan retrabajos excesivos y

fallas que provocan malos ensambles de piezas plásticas, las cuales deben ser retrabajadas en línea, ya que si estas fallas llegan al taller de Hojalatería, el retrabajo es mayor porque hay que desvestir el auto; es decir, quitar alfombras y bajo alfombras, dependiendo de la zona en que se encuentren.

Cuando se tienen este tipo de reclamaciones en el proceso de montaje se lleva a cabo un proceso de solución de fallas que se muestra en la figura No.35.

**Figura No. 35 Proceso de reacción de fallas montaje.**




Fuente: Elaboración propia (2018).

## 1. Reporte de falla.

La falla es detectada en el proceso de Montaje, existe personal de Hojalatería (Técnico de hojalatería) en la nave a la cual se reporta el problema, ellos informan a los especialistas para que se tomen las acciones necesarias para resolver el problema.

Algunos ejemplos de las fallas reportadas son:

- Desviación de pernos de líquido anticongelante
- Desviación de pernos de cerebro motor de *Airbag*

- Desviación de pernos de larguero delantero
- Desviación de pernos en tolvas partes bajas

**2. Revisión de falla en Montaje.**

Los especialistas deben ir a la nave de montaje a analizar la falla para poder realizar las acciones de contención necesarias en lo que se realizan los ajustes de pernos para poder eliminarla.

**3. Buscar acción de Contención.**

El especialista debe buscar una acción de contención inmediata asegurando la calidad del re-trabajo que se está realizando, con el objetivo de lograr que las piezas se coloquen de la manera adecuada para el funcionamiento del auto.

Algunos de los retrabajos que se llevan a cabo son:

- Abocardado de piezas.
- Desviación y deformación de pernos de acuerdo a pieza plástica.
- Desoldado de pernos para colocación en posición debe (de acuerdo a reportes de medición).

**4. Realizar el retrabajo.**

Estos deben llevarse a cabo en la línea de Montaje dependiendo el ramal en que se presente la falla. Muchas veces se puede llevar a cabo el re-trabajo de las piezas en cantidad para asegurar el re-trabajo, o dejar una persona al 100% en el punto de uso y que vaya deformando los pernos de acuerdo a la pieza física.

Se cuenta con una máquina de soldadura de pernos en la nave de montaje para poder facilitar el movimiento de la misma a donde sea requerido el retrabajo.

**Figura No. 36 Máquina de soldadura**

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

En caso de que se trate de la colocación de pernos en la correcta posición, se debe remover la pintura para poder alcanzar la lámina y llevar a cabo la soldadura del perno con la máquina de Tucker.

El re-trabajo debe llevarse a cabo hasta que exista un PIN de corrección el cual asegure que el proceso viene libre de la falla.

**5. Analizar la falla/ realizar Ajustes.**

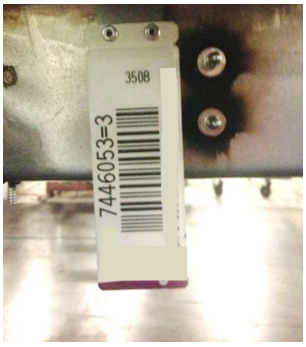
En el proceso de análisis, luego de realizar la medida de contención se deben revisar los reportes de medición de los pernos para ver la desviación. Cuando ésta es detectada, se debe buscar qué robot coloca el perno y en qué estación es colocado.

Se debe pedir tiempo de paro a la coordinación de producción para poder llevar a cabo el ajuste en el robot con un técnico especialista que ayude a mover el robot en la dirección correcta.

Estos pequeños paros de producción pueden provocar hasta una hora de paro de producción por ajuste de pernos, lo cual significa una pérdida de plataformas para la nave. Es necesario tomar medidas preventivas para que una situación como esta no suceda entre semana.

## 6. PIN de corrección/ Eliminación de la falla

**Figura No. 37 Pin corrección**




Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

El 100% de las carrocerías cuentan con un PIN, que es una identificación de su nacimiento y de las características que lleva el auto. En el PIN les es asignado un color, tipo de interiores, si es carrocería INDIA o no, si su destino EEUU o CANADA. Este es un número único que es asignado a cada una de las carrocerías de la nave.

Cuando se lleva a cabo un ajuste se pide un PIN de garantía ya que se sabe que a partir de que este llegue al proceso de montaje las carrocerías siguientes ya no presentarán

la falla, y el proceso se encuentra limpio. Es entonces cuando se puede dejar de realizar el retrabajo.

## 7. Documentación de Hojas Problema.

Una vez se tienen los datos correspondientes a la falla, es necesario llevar a cabo su documentación para que en caso que vuelva a suceder, el personal tenga conocimiento de que pernos ajustar y que retrabajo es seguro para la falla.

**Figura No. 38 Hojas Problema realizadas para control de fallas**

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

Con este proceso se logra obtener la corrección de la falla, con el objetivo de entregar el producto terminado con buena calidad para el cliente.

### 3.5.2 Diagnóstico de la situación actual en el proceso del Montaje.

El diagnóstico que presenta el proceso de montaje muestra un incremento de retrabajos de pernos en la nave, ya sea por desviaciones o pernos falsos, esto a causa del mantenimiento que se lleva a cabo semanalmente de los robots, ya que el mismo no es realizado de la manera adecuada porque al no referenciar los robots contra su eje, estos pierden las coordenadas en que colocan los pernos por cambios de cabezales y boquillas. Al realizar el mantenimiento de cada uno de los cabezales del robot, este es desarmado para poder ser limpiado y llevar acabo el cambio de piezas pertinente en cada cabezal.

## 3.6 Condiciones y medio ambiente de trabajo.

Las condiciones y el medio ambiente de trabajo influyen en las labores de mantenimiento, ya que al no conocer el procedimiento adecuado, el personal no lleva a cabo la tarea de la manera correcta, por lo que se impartirá una capacitación y *Check-list* para que se lleve a cabo de la manera adecuada.

## 3.7 Metodología del proceso.

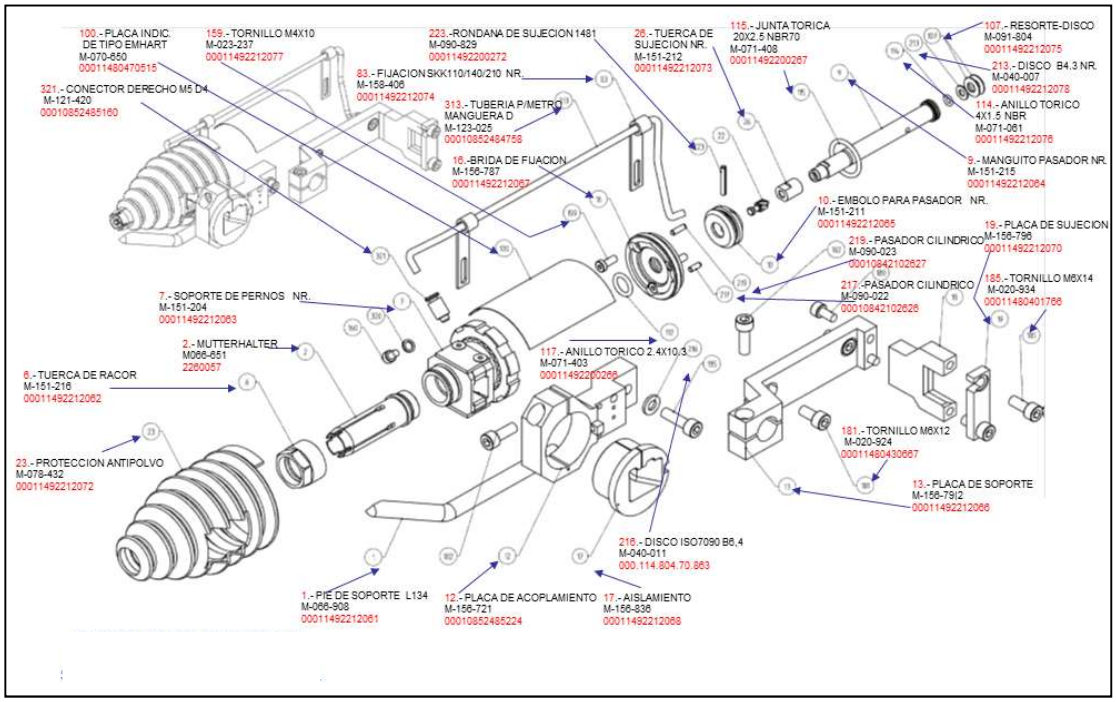
Al tener 4 estaciones de colocación de pernos en el proceso de la plataforma del auto, se lleva a cabo el mantenimiento semanal de estaciones por fin de semana, ya que se cuenta en el departamento de Mantenimiento con dos cabezales Tucker que tienen la capacidad de dar mantenimiento a 6 robots por turno. Cabe aclarar que hay robots que tienen hasta dos cabezales Tucker por los diferentes tipos de pernos que se utilizan en línea.

Al llevar a cabo este mantenimiento preventivo se desarman los cabezales Tucker, llevando a cabo un despiece, limpiando las piezas como:

- Bayonetas .
- Bujes embalados.
- Guías de carrera.
- Receptores.
- Boquillas.

Si una de estas piezas se encuentra dañada o desgastada se lleva a cabo el cambio de las piezas, también se revisan los cables de potencia, se sopletea la regleta lectora (que es una lámina que marca cuando el perno es soldado). Ésta es la que más desgaste presenta cuando se lleva a cabo el mantenimiento. Todas estas piezas se vuelven a armar y deben ser colocadas con mucho cuidado para poder evitar que se tengan fallas de cabezales Tucker entre semana.

**Figura 39 Gráfico de despiece de Cabezales Tucker**




Fuente: Catalogo de Cabezal Tucker LM310 82018).

Es importante llevar a cabo la referencia de los cabezales contra los ejes que se tienen en las estaciones para poder ajustar las coordenadas correctas y que se encontraban guardadas en el robot. Al momento de realización de este proyecto no se lleva acabo de esa manera. Estos malos mantenimientos provocan desvíos en los pernos, que como se ha visto, estos provocan retrabajos en los procesos posteriores. De la misma forma, no se lleva a cabo un control de desviaciones, ya que para evitar paros de línea se podrían llevar a cabo los ajustes de pernos en fin de semana.

# CAPÍTULO 4.

# PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

## 4.1 Descripción del Sistema de aseguramiento de la calidad

El esquema de trabajo para lograr que el proceso de colocación de pernos en la plataforma sea eficiente se ejecuta con base en un plan de trabajo estableciendo un *check-list*, para poder lograr un mantenimiento adecuado de los cabezales Tucker, con el fin de mejorar el proceso productivo de la nave, evitando paros de línea innecesarios entre semana y a la vez reducir los retrabajos en la nave de Montaje.

En la propuesta se llevará a cabo:

- Plan de introducción de *Check-list*para llevar a cabo un buen mantenimiento de los cabezales Tucker, lo cual permitirá controlar paso a paso de manera más efectiva el mantenimiento.
- Un plan de trabajo elaborado para poder llevar un mejor control de los ajustes de pernos en fin de semana, con el objetivo de no provocar paros de línea entre semana que puedan llegar a ser pérdidas de producción para la nave.
- Plan de control de fallas en la línea del re-punteo de UBII.

### 4.1.1 Plan de Mantenimiento preventivo propuesto.

El mantenimiento de cabezales Tucker es llevado a cabo en fin de semana cuando las operaciones se encuentran paradas. El personal “Tuckero” desmonta los cabezales, lleva

a cabo un despiece, limpia las piezas, y realiza el cambio de las piezas que se encuentran desgastadas, como por ejemplo: bayonetas, pastillas, mecheros.

El mantenimiento de los cabezales está programado para ser realizado cada fin de semana, programando las operaciones salteadas; es decir, un fin de semana se lleva a cabo el mantenimiento de cabezales de la operación 1840 y al siguiente la operación 2910. Esto de acuerdo a prioridades, ya que si entre semana se ven recurrentes fallas en alguna de las operaciones que colocan pernos se lleva a cabo su mantenimiento inmediatamente el fin de semana cercano.

De acuerdo a este plan de mantenimiento por estaciones y semanas, se propone llevar a cabo un *check-list,* que es una lista de verificación que permite llevar a cabo de una forma correcta el paso a paso de la operación, sirviendo de base para no cometer errores durante el mantenimiento, asegurando que si es llevado a cabo correctamente, la operación se repita semana a semana  sin contratiempos.

La elaboración del *check-list* tiene como beneficios:

- Servir de guía básica para llevar a cabo el mantenimiento adecuado de los cabezales Tucker.
- Permite verificar que las cosas se estén llevando a cabo de la manera correcta.
- Indica en cada etapa, para cada elemento, las comprobaciones a realizar.
- Permite ir anotando los resultados de manera que no se pierda ningún dato.

Con este *Check- List* identificaremos la información específica que se requiere para lograr un buen mantenimiento de los cabezales.

Los *Check-list* fueron elaborados para el área de Mantenimiento, esto para referenciar los robots antes y después del mantenimiento y no perder las coordenadas, así como para los técnicos especialistas de producción que día a día deben revisar si existe alguna anomalía en los cabezales, para poder prevenir alguna falla entre semana. Lo anterior con el objetivo de que si existe alguna falla en los cabezales se pueda reaccionar con antelación y no cuando ya el problema esté vigente. Cuando esto sucede, los paros de línea pueden ser de varias horas y se puede vaciar el proceso adelante debido a que el proceso de plataforma es a partir del cual nace el auto.

Los *Check-list* fueron elaborados por estación, ya que los robots y pernos que colocan son diferentes. (a continuación mostramos los *check-list* realizados).

**Figura No. 40 *Check-list* de Mantenimiento Operación 1840.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 1840**

Departamentos responsables: Mantenimiento

Actividades semanales

REALIZADO ✓

NO REALIZADO X

Turno/Grupo: _____

fecha: _____

Semana: _____

Firma Resp. Producción: _____

Firma Resp. Mtto: _____

COLOCAR TIPO DE PERNO

| | | | | | ROB 4C | | ROB 4D | ROB 4E | | ROB 4F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | 526 | 876 | 526 | 526 | 698 | 526 | 656 | Observaciones |
| 1 | | ANTES DE CAMBIAR Y/O DAR MANTTO. A CUALQUIER CABEZAL DE PERNOS ES NECESARIO ENVIARLOS A POSICION DE REFENCIA PARA SEÑALIZAR LA POSICION Y SI ES NECESARIO AJUSTAR. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 2 | | LUBRICACION DE CILINDRO Y BAYONETA ( NO DEBE DE LLEVAR EXCESO DE VASELINA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 3 | | COMPROBAR LEVANTE DE CILINDRO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 4 | | VERIFICAR ESTADO DE O-RRING DE BRIDA CAMBIO SI ES NECESARIO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 5 | | CORRECTA COLOCACION DE ARNES Y DE MAGUERA DE ALIMENTACION Y VERIFICAR QUE NO TENGA DAÑOS | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 6 | | REVISION Y MANTENIMIENTO DE MASA FLOTANTE (TIERRA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 7 | | VERIFICAR ESTADO DE RPS DE ESTACION CON PLATAFORMA SIN CINTURA Y CILINDROS DE DOBLE EFECTO NO DEBEN TENER JUEGO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 8 | | VERIFICAR EL ELVANTE (MELLEO) DE CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 9 | | VERIFICAR EL DESPLAZAMIENTO CORRECTO EN **V** Y EN **R** | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 10 | | REVISION DE APRIETE CORRECTO DE TORNILLERIA DE CABEZAL (NO DEBE DE TENER CUERDA BARRIDA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 11 | | REVISAR FUGAS DE AIRE | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 12 | | VERIFICAR QUE EL CABEZAL TENGA EL AJUSTE CORRECTO, MEDICION EN CERO (VERIFICAR TCP) CON FOLGE 99 | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 13 | | ARMAR CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 14 | | ENVIAR CABEZAL DE PERNOS A POSICION DE REFENCIA, PARA REFERENCIAR LA POSICION INICIAL. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | |
| 15 | | LIMPEZA Y AJUSTE DE ALIMENTADORES DE PERNOS | Mantenimiento | C/15 DIAS | | | | | | | | |

Page 1

NOTA: AL REALIZAR UN CAMBIO DE CABEZAL ES NECESARIO MANDAR/AJUSTAR EL ROBOT A POSICION DE REFERENCIA ANTES DE QUITARLO

**Figura 41 *Check list* para EPS operación 1840.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 1840**

REALIZADO ✓ NO REALIZADO ✗

Turno/Grupo: _____ Firma de resp. Produccion _____

fecha: _____

Semana: _____

**Departamentos responsables:** Producción/Mantenimiento

**Actividades Diarias**

COLOCAR TIPO DE PERNO

| | | | | | | HERRAMIENTA | | ROB 4C | | ROB 4D | ROB 4E | | ROB 4F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | DIA | 526 | 876 | 526 | 526 | 698 | 526 | 656 | Observaciones |
| 1 | | REVISAR BOQUILLA PORTA PERNO | EP | C/2 DIAS | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 2 | | LIMPIEZA GENERAL DE CABEZAL (QUITAR PERLAS, REBABAS) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 3 | | VERIFICAR COLOCACION CORRECTA DE PIE DE APOYO | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 4 | | REVISION DE APRIETE DE LA TORNILLERIA DE FIJACION DE CABEZAL CON LLAVE 5 ALLEN | EP | DIARIO | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 5 | | COMPROBAR ALIMENTACION DE PERNOS EN BOQUILLA SEA CORRECTA | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 6 | | REVISAR QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO LAS MANGUERAS DE ALIMENTACION DE PERNO ( EN CASO CONTRARIO AVISAR INMEDIATAMENTE A MANTENIMIENTO) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |
| 7 | | APRIETE CORRECTO DE CONEXIONES DE AIRE CONTROL Y SOLDADURA EN CABEZAL | EP | DIARIO | L | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | |

Page 1

NOTA: SE DEBE LLEVAR A CABO LA REVISION DIARIA PARA PREVENIR FALLAS O PAROS DE LINEA

**Figura 42 *Check-list* de Mantenimiento Operación 2910.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2910**

Departamentos responsables: Mantenimiento

Actividades semanales

REALIZADO ✓

NO REALIZADO X

Turno/Grupo: _____

fecha: _____

Semana: _____

Firma Resp. Producción: _____

Firma Resp. Mtto: _____

COLOCAR TIPO DE PERNO

| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | ROB 2A 868 | ROB 2A 895 | ROB 2B 547 526 | ROB 2B 869 | ROB 2C 526 | ROB 2C 262 | ROB 2D 547 526 | ROB 2D 587 | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | ANTES DE CAMBIAR Y/O DAR MANTTO. A CUALQUIER CABEZAL DE PERNOS ES NECESARIO ENVIARLOS A POSICION DE REFENCIA PARA SEÑALIZAR LA POSICION Y SI ES NECESARIO AJUSTAR. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 2 | | LUBRICACION DE CILINDRO Y BAYONETA ( NO DEBE DE LLEVAR EXCESO DE VASELINA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 3 | | COMPROBAR LEVANTE DE CILINDRO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 4 | | VERIFICAR ESTADO DE O-RRING DE BRIDA CAMBIO SI ES NECESARIO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 5 | | CORRECTA COLOCACION DE ARNES Y DE MAGUERA DE ALIMENTACION Y VERIFICAR QUE NO TENGA DAÑOS | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 6 | | REVISION Y MANTENIMIENTO DE MASA FLOTANTE (TIERRA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 7 | | VERIFICAR ESTADO DE RPS DE ESTACION CON PLATAFORMA SIN CINTURA Y CILINDROS DE DOBLE EFECTO NO DEBEN TENER JUEGO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 8 | | VERIFICAR EL ELVANTE (MELLEO) DE CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 9 | | VERIFICAR EL DESPLAZAMIENTO CORRECTO EN **V** Y EN **R** | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 10 | | REVISION DE APRIETE CORRECTO DE TORNILLERIA DE CABEZAL (NO DEBE DE TENER CUERDA BARRIDA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 11 | | REVISAR FUGAS DE AIRE | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 12 | | VERIFICAR QUE EL CABEZAL TENGA EL AJUSTE CORRECTO, MEDICION EN CERO (VERIFICAR TCP) CON FOLGE 99 | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 13 | | ARMAR CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 14 | | ENVIAR CABEZAL DE PERNOS A POSICION DE REFENCIA, PARA REFERENCIAR LA POSICION INICIAL. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | | | | | | |
| 15 | | LIMPEZA Y AJUSTE DE ALIMENTADORES DE PERNOS | Mantenimiento | C/15 DIAS | | | | | | | | | |

NOTA: AL REALIZAR UN CAMBIO DE CABEZAL ES NECESARIO MANDAR/AJUSTAR EL ROBOT A POSICION DE REFERENCIA ANTES DE QUITARLO

Page 1

**Figura 43 *Check list* para técnicos especialistas operación 2910.**

Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2910

REALIZADO ✓ Turno/Grupo: _____ Firma de resp. Produccion _____

NO REALIZADO X fecha: _____

Semana: _____

Departamentos responsables: Producción/Mantenimiento

Actividades Diarias

COLOCAR TIPO DE PERNO

| | | | | | | HERRAMIENTA | ROB 2A | | ROB 2B | | ROB 2C | | ROB 2D | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | DIA | 868 | 895 | 547 526 | 869 | 526 | 262 | 547 526 | 587 | Observaciones |
| 1 | | REVISAR BOQUILLA PORTA PERNO | EP | C/2 DIAS | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 2 | | LIMPIEZA GENERAL DE CABEZAL (QUITAR PERLAS, REBABAS) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 3 | | VERIFICAR COLOCACION CORRECTA DE PIE DE APOYO | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 4 | | REVISION DE APRIETE DE LA TORNILLERIA DE FIJACION DE CABEZAL CON LLAVE 5 ALLEN | EP | DIARIO | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 5 | | COMPROBAR ALIMENTACION DE PERNOS EN BOQUILLA SEA CORRECTA | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 6 | | REVISAR QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO LAS MANGUERAS DE ALIMENTACION DE PERNO ( EN CASO CONTRARIO AVISAR INMEDIATAMENTE A MANTENIMIENTO) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |
| 7 | | APRIETE CORRECTO DE CONEXIONES DE AIRE CONTROL Y SOLDADURA EN CABEZAL | EP | DIARIO | L | | | | | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | |
| | | | | | Mi | | | | | | | | | |
| | | | | | J | | | | | | | | | |
| | | | | | V | | | | | | | | | |
| | | | | | S | | | | | | | | | |
| | | | | | D | | | | | | | | | |

Page 1

NOTA: SE DEBE LLEVAR A CABO LA REVISION DIARIA PARA PREVENIR FALLAS O PAROS DE LINEA

**Figura 44 *Check-list* de Mantenimiento Operación 2380.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2380**

Departamentos responsables: Mantenimiento

Actividades semanales

REALIZADO ✓

NO REALIZADO ✗

Turno/Grupo: _____

fecha: _____

Semana: _____

Firma Resp. Producción: _____

Firma Resp. Mtto: _____

COLOCAR TIPO DE PERNO

| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | ROB 1A 868 | ROB 1A 895 | ROB 1A 547 526 | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | ANTES DE CAMBIAR Y/O DAR MANTTO. A CUALQUIER CABEZAL DE PERNOS ES NECESARIO ENVIARLOS A POSICION DE REFENCIA PARA SEÑALIZAR LA POSICION Y SI ES NECESARIO AJUSTAR. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 2 | | LUBRICACION DE CILINDRO Y BAYONETA ( NO DEBE DE LLEVAR EXCESO DE VASELINA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 3 | | COMPROBAR LEVANTE DE CILINDRO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 4 | | VERIFICAR ESTADO DE O-RRING DE BRIDA CAMBIO SI ES NECESARIO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 5 | | CORRECTA COLOCACION DE ARNES Y DE MAGUERA DE ALIMENTACION Y VERIFICAR QUE NO TENGA DAÑOS | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 6 | | REVISION Y MANTENIMIENTO DE MASA FLOTANTE (TIERRA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 7 | | VERIFICAR ESTADO DE RPS DE ESTACION CON PLATAFORMA SIN CINTURA Y CILINDROS DE DOBLE EFECTO NO DEBEN TENER JUEGO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 8 | | VERIFICAR EL ELVANTE (MELLEO) DE CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 9 | | VERIFICAR EL DESPLAZAMIENTO CORRECTO EN **V** Y EN **R** | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 10 | | REVISION DE APRIETE CORRECTO DE TORNILLERIA DE CABEZAL (NO DEBE DE TENER CUERDA BARRIDA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 11 | | REVISAR FUGAS DE AIRE | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 12 | | VERIFICAR QUE EL CABEZAL TENGA EL AJUSTE CORRECTO, MEDICION EN CERO (VERIFICAR TCP) CON FOLGE 99 | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 13 | | ARMAR CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 14 | | ENVIAR CABEZAL DE PERNOS A POSICION DE REFENCIA, PARA REFERENCIAR LA POSICION INICIAL. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | | | |
| 15 | | LIMPEZA Y AJUSTE DE ALIMENTADORES DE PERNOS | Mantenimiento | C/15 DIAS | | | | |

NOTA: AL REALIZAR UN CAMBIO DE CABEZAL ES NECESARIO MANDAR/AJUSTAR EL ROBOT A POSICION DE REFERENCIA ANTES DE

Page 1

**Figura No. 45 *Check list* para técnicos especialistas operación 2380.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2380**

REALIZADO ✓ Turno/Grupo _____ Firma de resp. Produccion _____

**Departamentos responsables: Producción/Mantenimiento** NO REALIZADO X fecha: _____

Semana: _____

**Actividades Diarias**

| | | | | | | COLOCAR TIPO DE PERNO | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | *HERRAMIENTA* | ROB 1A | | | |
| **No.** | | **ACTIVIDAD** | **Responsable** | **FRECUENCIA** | **DIA** | **868** | **895** | **547 526** | **Observaciones** |
| 1 | | REVISAR BOQUILLA PORTA PERNO | EP | C/2 DIAS | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 2 | | LIMPIEZA GENERAL DE CABEZAL (QUITAR PERLAS, REBABAS) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 3 | | VERIFICAR COLOCACION CORRECTA DE PIE DE APOYO | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 4 | | REVISION DE APRIETE DE LA TORNILLERIA DE FIJACION DE CABEZAL CON LLAVE 5 ALLEN | EP | DIARIO | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 5 | | COMPROBAR ALIMENTACION DE PERNOS EN BOQUILLA SEA CORRECTA | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 6 | | REVISAR QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO LAS MANGUERAS DE ALIMENTACION DE PERNO ( EN CASO CONTRARIO AVISAR INMEDIATAMENTE A MANTENIMIENTO) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |
| 7 | | APRIETE CORRECTO DE CONEXIONES DE AIRE CONTROL Y SOLDADURA EN CABEZAL | EP | DIARIO | L | | | | |
| | | | | | M | | | | |
| | | | | | Mi | | | | |
| | | | | | J | | | | |
| | | | | | V | | | | |
| | | | | | S | | | | |
| | | | | | D | | | | |

Page 1

**NOTA: SE DEBE LLEVAR A CABO LA REVISION DIARIA PARA PREVENIR FALLAS O PAROS DE LINEA**

**Figura No. 46 *Check-list* de Mantenimiento Operación 2580.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2380**

Departamentos responsables: Mantenimiento

Actividades semanales

REALIZADO ✓

NO REALIZADO ✗

Turno/Grupo: _____

fecha: _____

Semana: _____

Firma Resp. Producción: _____

Firma Resp. Mtto: _____

COLOCAR TIPO DE PERNO

| No. | | ACTIVIDAD | Responsable | FRECUENCIA | ROB 3D 505 | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | ANTES DE CAMBIAR Y/O DAR MANTTO. A CUALQUIER CABEZAL DE PERNOS ES NECESARIO ENVIARLOS A POSICION DE REFENCIA PARA SEÑALIZAR LA POSICION Y SI ES NECESARIO AJUSTAR. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 2 | | LUBRICACION DE CILINDRO Y BAYONETA ( NO DEBE DE LLEVAR EXCESO DE VASELINA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 3 | | COMPROBAR LEVANTE DE CILINDRO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 4 | | VERIFICAR ESTADO DE O-RRING DE BRIDA CAMBIO SI ES NECESARIO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 5 | | CORRECTA COLOCACION DE ARNES Y DE MAGUERA DE ALIMENTACION Y VERIFICAR QUE NO TENGA DAÑOS | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 6 | | REVISION Y MANTENIMIENTO DE MASA FLOTANTE (TIERRA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 7 | | VERIFICAR ESTADO DE RPS DE ESTACION CON PLATAFORMA SIN CINTURA Y CILINDROS DE DOBLE EFECTO NO DEBEN TENER JUEGO | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 8 | | VERIFICAR EL ELVANTE (MELLEO) DE CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 9 | | VERIFICAR EL DESPLAZAMIENTO CORRECTO EN **V** Y EN **R** | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 10 | | REVISION DE APRIETE CORRECTO DE TORNILLERIA DE CABEZAL (NO DEBE DE TENER CUERDA BARRIDA) | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 11 | | REVISAR FUGAS DE AIRE | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 12 | | VERIFICAR QUE EL CABEZAL TENGA EL AJUSTE CORRECTO, MEDICION EN CERO (VERIFICAR TCP) CON FOLGE 99 | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 13 | | ARMAR CABEZAL | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 14 | | ENVIAR CABEZAL DE PERNOS A POSICION DE REFENCIA, PARA REFERENCIAR LA POSICION INICIAL. | Mantenimiento | FIN DE SEMANA | | |
| 15 | | LIMPEZA Y AJUSTE DE ALIMENTADORES DE PERNOS | Mantenimiento | C/15 DIAS | | |

Page 1

**NOTA: AL REALIZAR UN CAMBIO DE CABEZAL ES NECESARIO MANDAR/AJUSTAR EL ROBOT A POSICION DE REFERENCIA ANTES DE**

**Figura No. 47 *Check list* para técnicos especialistas operación 2580.**

**Check list para equipos de soldura de pernos (Tucker) OP 2580**

REALIZADO ✓ Turno/Grupo _____ Firma de resp. Produccion _____

**Departamentos responsables:** Producción/Mantenimiento NO REALIZADO X fecha: _____

Semana: _____

**Actividades Diarias**

| | | | | | | COLOCAR TIPO DE PERNO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | HERRAMIENTA | | ROB 3D | |
| **No.** | | **ACTIVIDAD** | **Responsable** | **FRECUENCIA** | **DIA** | **505** | **Observaciones** |
| 1 | | REVISAR BOQUILLA PORTA PERNO | EP | C/2 DIAS | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 2 | | LIMPIEZA GENERAL DE CABEZAL (QUITAR PERLAS, REBABAS) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 3 | | VERIFICAR COLOCACION CORRECTA DE PIE DE APOYO | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 4 | | REVISION DE APRIETE DE LA TORNILLERIA DE FIJACION DE CABEZAL CON LLAVE 5 ALLEN | EP | DIARIO | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 5 | | COMPROBAR ALIMENTACION DE PERNOS EN BOQUILLA SEA CORRECTA | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 6 | | REVISAR QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO LAS MANGUERAS DE ALIMENTACION DE PERNO ( EN CASO CONTRARIO AVISAR INMEDIATAMENTE A MANTENIMIENTO) | EP | DIARIO EN PAUSA DE TPM | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |
| 7 | | APRIETE CORRECTO DE CONEXIONES DE AIRE CONTROL Y SOLDADURA EN CABEZAL | EP | DIARIO | L | | |
| | | | | | M | | |
| | | | | | Mi | | |
| | | | | | J | | |
| | | | | | V | | |
| | | | | | S | | |
| | | | | | D | | |

Page 1

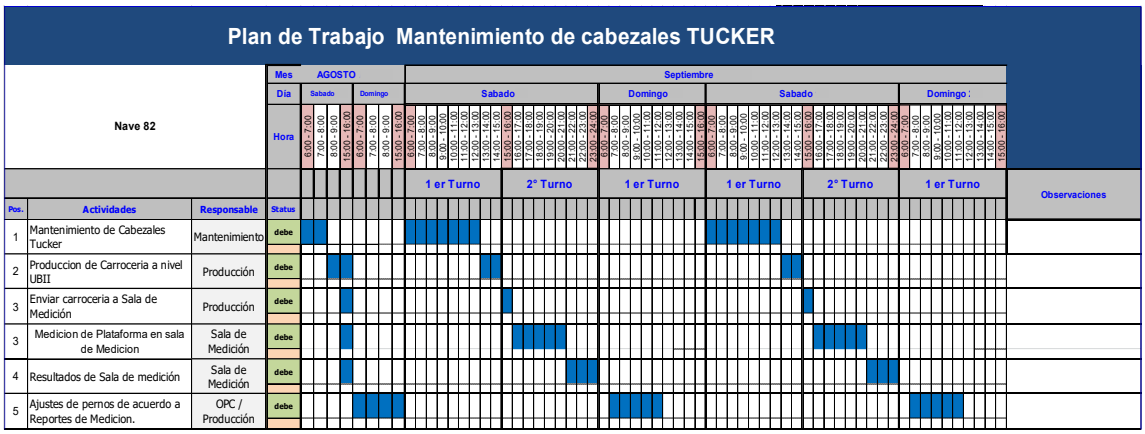
**NOTA: SE DEBE LLEVAR A CABO LA REVISION DIARIA PARA PREVENIR FALLAS O PAROS DE LINEA**

Estos Check-list permiten controlar de mejora manera el proceso de pernos.

### 4.1.2 Plan de Ajuste de pernos propuesto.

Se llevó a cabo un plan de trabajo estandarizado donde se encuentran diferentes áreas involucradas: Producción, Optimización del proceso y Sala de medición, esto con el fin de asegurar tanto el mantenimiento de los cabezales, el ajuste, y así poder tener menos paros productivos entre semana por ajustes de pernos, logrando controlar el proceso en fin de semana que la nave se encuentra parada, es decir no hay producción.

**Figura No. 48 Plan de trabajo.**




Fuente: Elaboración propia (2018).

En el plan de trabajo se puede observar que el mantenimiento de cabezales Tucker se lleva a cabo en el primer turno de la jornada de los días sábados. La estación de trabajo debe ser entregada por el personal de mantenimiento a más tardar a la una de la tarde, para así poder procesar la carrocería en la línea y poder entregarla a la sala de medición para realizar las mediciones correspondientes. Esta medición de la carrocería se lleva a cabo el día sábado en el segundo turno. Con el reporte emitido por la sala de medición podemos realizar los ajustes de acuerdo a reportes de medición con personal de Producción y Optimización de proceso el día domingo. Así se asegura que en el arranque de proceso de los días lunes no

se tengan desviaciones de pernos, y, como resultado, entre semana no se tengan reclamaciones del proceso de montaje.

### 4.1.3 Plan de control de fallas en la línea del repunteo de UBII.

Se lleva a cabo la implementación de un punto de control en el repunteo de UBII, con el fin de ser preventivos. En caso de observar alguna desviación entre semana, se colocan piezas plásticas de montaje en un estante, para que el EP de la línea del repunteo manual operación 2930 pueda probar cada hora las piezas en la plataforma.

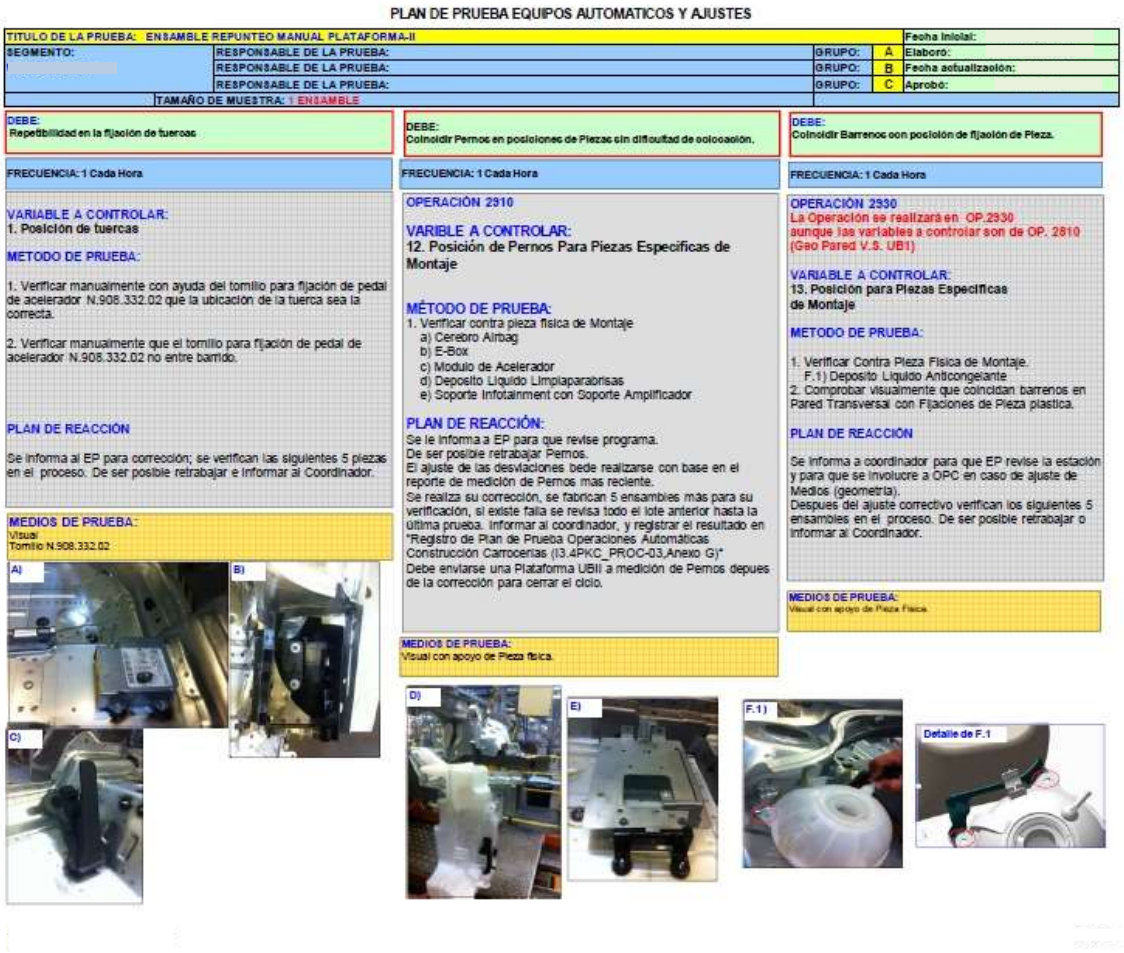
En la figura No.49 se muestra el detalle de cómo se realiza en línea:

**Figura No. 49 Plan de control de fallas.**

Fuente: Imagen de elaboración propia tomada en 2018.

Para poder documentar y asegurar que esta labor se esté realizando por los técnicos especialistas de manera constante, se coloca esta prueba en el PLAN DE PRUEBA que ellos llevan a cabo por hora. Se trata de un instructivo de trabajo donde hora con hora los responsables deben realizar ciertas acciones y anotar los pines de las plataformas que revisaron. Este plan de prueba al final del turno es firmado por el coordinador de la línea para asegurar que las labores se estén llevando a cabo.

**Figura No. 50 Ejemplo de plan de prueba.**



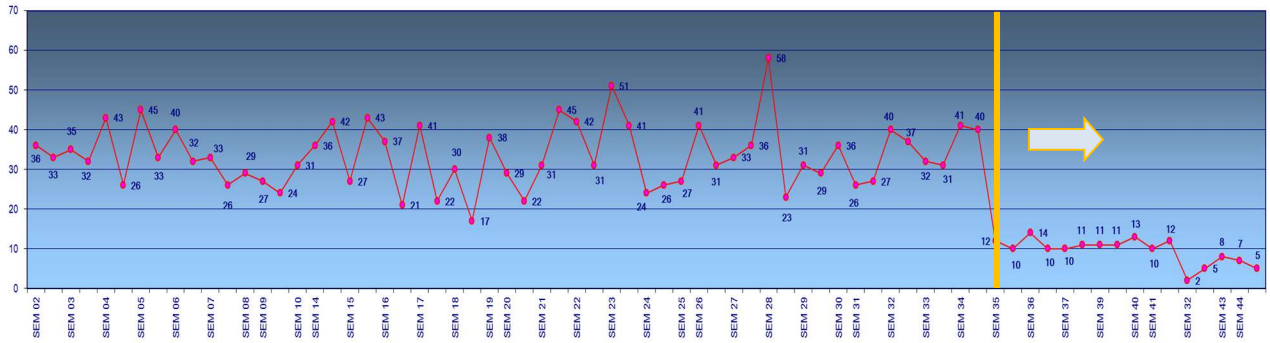

Fuente: Plan de prueba op.2910 VW361.

Este plan de prueba es revisado en auditorías de proceso.

## 4.2 Mejoras de proceso de pernos.

Llevando a cabo estas mejoras en el proceso es posible observar que la tendencia pernos mejora a partir de la semana 35 que es una semana después de que se empezaron a poner en marcha las mejoras.

**Figura No. 51 Análisis de las tendencias después del programa.**

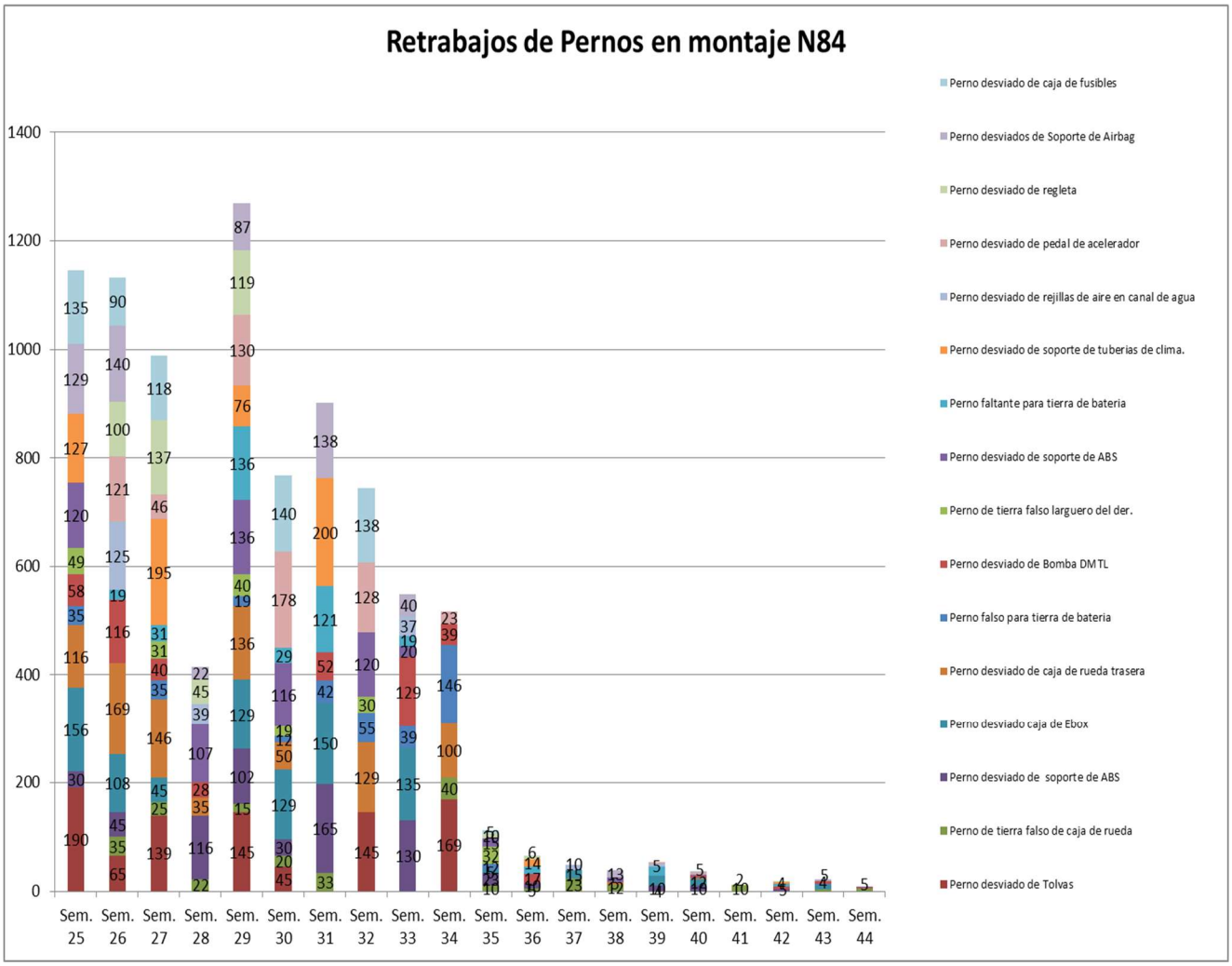



Fuente: Elaboración propia (2018).

La tendencia de mejora se analizó llevando a la práctica tanto los *Check list*, como los ajustes preventivos en fin de semana.

Esta mejora se puede observar también en el proceso de montaje, siendo las reclamaciones menos frecuentes, ya que se lleva un mejor control del proceso de colocación de pernos.

**Figura 52. Análisis de retrabajos.**




Fuente: Elaboración propia (2018).

### 4.2.1 Análisis de Costo-Beneficio.

Para analizar el beneficio económico que representa para la empresa en estudio calculamos en número de carrocerías que son producidas por año.

**Tabla No. 4 Carrocerías producidas**

| TURNO | Carrocerias |
|---|---|
| 1er Turno | 480.00 |
| 2do Turno | 450.00 |
| 3er Turno | 195.00 |
| Total de carrocerias producidas al dia | 1,125.00 |
| Total de carrocerias producidas a la semana | 5,625.00 |
| Total de carrocerias producidas al año | **247,500.00** |

Fuente: Elaboración propia (2018).

Teniendo un total de 247,500 (Doscientas cuarenta y siete mil quinientas) carrocerías producidas al año, con este dato podemos calcular el ahorro al año que significaría para la empresa.

Llevamos a cabo un análisis del costo que implican los materiales de re-trabajo, lo podemos ver en la siguiente tabla.

**Tabla No. 5 Materiales de re-trabajo**

| Material para re-trabajos | Costo x Unidad MXN | Costo por auto MXN | Costo total invertido al año MXN |
|---|---|---|---|
| Lijas | 3.36 | 1.12 | 277,200.00 |
| Pernos | 17.01 | 34.02 | 8,419,950.00 |
| Soldadura MAG kg. | 2200 | 110 | 27,225,000.00 |
| Total invertido en material al año | | | 27,502,200.00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

El costo total de inversión al año por los retrabajos es de 27,502,200 MXN, realizando el cálculo de colocación de 2 pernos por auto, esto dependiendo la falla, tomando en cuenta que el uso de 1 lija tiene durabilidad hasta para realizar el re-trabajo de 3 autos, donde la aplicación de soldadura es de 50grms por cada re-trabajo.

Analizamos a la vez el costo de personal técnico de hojalatería, ya que para llevar a cabo estos retrabajos en línea de producción se debe tener a un técnico por turno, en el proceso de montaje.

**Tabla No. 6 Costo personal Técnico**

| Costo 1 tecnicos al año MXN | |
|---|---|
| Salario mensual | 20700 |
| Salario Anual | 248400 |
| Aguinaldo | 41560 |
| Bono Mayo | 39850 |
| Premio a Puntualidad | 34889 |
| Costo Total al Año | 364,699.00 |
| Costo x 3 tecnicos al Año | 1,094,097.00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

El costo por cada técnico al año es de 364,699 MXN, tomando en cuenta que el trabajo realizado se lleva a cabo en cada turno, se eliminarían 3 técnicos que llevan a cabo la labor de realizar estos retrabajos.

Al no llevar a cabo estos retrabajos en la línea de producción y así mismo a los 3 técnicos, representa para la empresa un ahorro total de 28,596,297 MXN como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla No. 7 Ahorro para la empresa en estudio**

| | Costo MXN |
|---|---|
| Costo de material para re-trabajos | 27,502,200 |
| 3 tecnicos al año (Costo de mano de obra) | 1,094,097 |
| Total de ahorro por año para empresa en MXN | 28,596,297.00 |

Fuente: Elaboración propia (2018).

# CAPÍTULO 5.
# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Principales hallazgos.

El valor principal del proyecto radica en la posibilidad de encontrar la causa raíz del problema en el desajuste de los pernos, lo cual permitirá establecer alternativas de solución y desarrollar estrategias y planes de acción precisos. Este proyecto tiene también un valor económico para la empresa ya que con menos retrabajos se tendrán menos horas hombre trabajadas y se reducirán los costos para la empresa además de garantizar la calidad del producto y del proceso. Este puede considerarse como un importante reto profesional ya que dar seguimiento al proyecto no ha sido sencillo.

También fue posible observar que a través del uso de sencillas herramientas de calidad que son bien conocidas por todos y que no requieren de habilidades especiales, es posible realizar procesos de análisis para la detección de problemas de calidad importantes, como el caso de los pernos.

En términos generales, los principales hallazgos se pueden resumir de la siguiente manera:

- Con la desviación de los pernos, ya sea por 3 mm de los mismos, se llevan a cabo grandes retrabajos en procesos posteriores, como abocardados de piezas plásticas, quitar pernos y volverlos a soldar, o colocar pernos plásticos.
- Si se colocan filtros importantes en la línea de producción se puede controlar el proceso.
- Llevando a cabo el mantenimiento adecuado de los cabezales TUCKER se realizan menos ajustes en las estaciones de pernos entre semana.
- Al realizar ajustes entre semana se provocan paros de línea que significan un costo para la empresa.

- Logrando controlar el proceso de colocación de pernos, baja el porcentaje de retrabajos en el proceso de Montaje.

### 5.2. Dificultades encontradas.

Algunas dificultades radicaron en la sensibilización del personal para el manejo del problema y para la detección de la raíz del mismo. Además, resulta imperativo subir los *Check-list* en la Intranet para poder estandarizar el proceso de otras naves y que todas las personas involucradas tengan conocimiento de la situación en tiempo real.

### 5.3. Conclusiones generales

De manera general, se puede concluir que este proyecto representa un avance importante para el área, ya que a través de la prevención será posible evitar que el problema vuelva a presentarse.

Se logró establecer el control del proceso de pernos en la plataforma de VW361 y reducir los retrabajos por pernos en el proceso de Montaje. Adicionalmente, ahora se cuenta con reportes de medición de pernos en verde con la menor cantidad de desvíos semanalmente; es decir, que mediante un sistema sencillo se detecta una importante cantidad de desvíos, se informa al personal y se evitan paros de línea entre semana por ajuste de pernos.

Como áreas de oportunidad destacan el capacitar al área de mantenimiento para realizar adecuadamente los mantenimientos semanales de cabezales Tucker. Esto ha sido difícil ya que rotan al personal de guardia especialista de Tucker. La primera vez que se les explicó con el Check-list, ellos dijeron que entendían pero en el momento de la práctica

volvían a repetir los mismos errores; en suma, ha sido un proceso de repetir la capacitación para que pueda realizar el trabajo de la manera adecuada.

Si el área de mantenimiento de la empresa llevara a cabo adecuadamente el mantenimiento semanal de cabezales Tucker de acuerdo a los pasos emitidos en el *check-list,* no se tendrían tantos retrabajos en el proceso de montaje.

Al realizar el control del proceso implementando el plan de trabajo semanal acordado con el departamento de mantenimiento, llevando a cabo un *check-list* de cómo debe realizarse el mantenimiento adecuadamente, realizando las mediciones de los pernos en domingo para ver los resultados del mantenimiento al inicio de semana, llevando un control semanal del comportamiento de los pernos tanto en la hojalatería como en el Montaje, y colocando puntos de control en la línea, se ha logrado reducir la cantidad de pernos desviados y los retrabajos en el Montaje.

El proyecto tuvo gran impacto ya que se logró la reducción de retrabajos y se pudo quitar del montaje al técnico extra que se tenía para realizarlos.

En cuanto al cumplimiento de los objetivos establecidos al inicio del estudio, se presentaron las metodologías necesarias para realizar el plan de trabajo adecuado y poder implementarlo en la línea productiva. En el capítulo 3 se describió detalladamente el proceso productivo de la plataforma desde que este inicia, especificando las estaciones en que se colocan los pernos, poniendo énfasis en los mismos, explicando el diagnóstico y la manera cómo evoluciona el problema en el proceso de Hojalatería. En el capítulo 4 se realizó la propuesta de las metodologías óptimas necesarias para poder controlar el proceso, entre las cuales se consideran:

- *Check- list* de mantenimiento a cabezales TUCKER.

- Colocación en el plan de pruebas de la revisión con piezas plásticas de cada hora para llevar a cabo un mejor control de proceso y poder reaccionar de manera más rápida ante una falla.
- Realizar gráficas de control del proceso de acuerdo a los resultados de reportes de medición semanal de los pernos.
- Realizar gráficas de control de las reclamaciones de montaje para poder llevar un control de los retrabajos que se están realizando, verificando que no sean retrabajos por pernos.

Finalmente, en el capítulo 4 se mostraron los resultados de la evolución del proyecto y un análisis de costo beneficio, así como las gráficas estadísticas que muestran la mejora del proceso.

### 5.4. Recomendaciones y directrices futuras del proyecto

Una de las ventajas importantes de los proyectos de mejora es que abren las posibilidades para entrar en un proceso continuo donde siempre es posible encontrar mejores formas de hacer las cosas. Por el momento, el problema de ajuste de pernos se ha visto resuelto; sin embargo, existen otras formas de realizar o solucionar el problema a través de la incorporación de nuevas tecnologías basadas en sensores modelados como *poka-yokes* (a prueba de errores) y sistemas ópticos que podrían provocar un paro de la máquina en los casos en que los pernos no se encuentren alineados.

Por el momento no se tiene contemplada la inversión en nuevas tecnologías, sin embargo las tendencias y mega tendencias señalan que en los procesos industriales ese es el futuro.

El proyecto aún sigue en marcha pero se han logrado ver buenos resultados luego de las mejoras que se han implementado en el área para su control.

En el Capítulo 4, se muestran los resultados del proyecto, observando la relación de costo – beneficio que significa para la empresa, así como los datos estadísticos de como se ha comportado el proceso.

Este proyecto forma parte ya de los procesos de aseguramiento de calidad en la empresa y

sin lugar a dudas, continuará evolucionando.

## REFERENCIAS


About Diagrams (2018). *Diagrama de Pareto*. Disponible en línea: aboutdiagrams.com. recuperado el 20 de noviembre de 2018.

American Society of Mechanical Engineers (2008). New product: Stud welding equipment. *Mechanical Engineering*, 7, 55-56.

Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMAIA). (2014). *Cifras anuales de la Industria*. México: Publicaciones de la AMAIA.

Automotive Engineering (2018). *Mexico's automobile industry*. Disponible en línea: swss.automotive news.

Bautista, J.M.; Bautsita, A. y Rosas, S. (2010). *Metodología para la implementación de la manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejorar continua*. Tesis de Ingeniería Mecánica.México: Instituto Politécnico Nacional

Eckes, G. (2003). *Seis sigma para todos*. (*Six sigma for everyone*). New York: Wiley.

Feigenbaum, A.V. (1990).*Control total de la calidad*. Mexico: CECSA.

Galloway, D. (2002).*Mejora continua de procesos.*Madrid: Gestión 2002.

Garvin, D. (1988).*Managing Quality. The strategic and competitive edge*. New York. The Free Press.

Ginebra, J. y Arana, R. (1995). *Dirección por servicio. La otra calidad*. Serie Empresarial, Mc Graw Hill, IPADE, Madrid España.

Ingeniería industrial. (2018). *Herramientas estadísticas.* Disponible en : ww.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/, recuperado el 10 de julio del 2018.

Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es el control total de la calidad?. La modalidad japonesa*. México: Grupo Editorial Norma.

OIT Ginebra (1996).*Introducción al estudio de trabajo.* Ginebra, *OIT*.

Secretaría de Economía (2012).*Programa estratégico de la industria automotriz 2012-* Disponible en :http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/peia_ok.pdf. Consultado el 16 de noviembre de 2018

Samarzin, I., Bajic, C. y Klaric, S. (2010). Influence of the articulating flux on weld joint properties at arch stud welding process. *Metalurgia 49* (4), 325-329

Shewhart, W. (1986). *Statistical method from the view point of quality control*. New York: Dover publications Inc.

SPC Group (2018).*7 herramientas básicas de la calidad*. Disponible en línea: spcgroup.com.mx/7-herramientas-báscias/ consultado el 20 de noviembre de 2018.

Tolamatl, J., Cano, P., Flores, S. y Nava, J.J. (2012). Análisis de facilitadores para sostener la mejora continua en una empresa de autopartes. *Conciencia tecnológica* 44, Julio-Diciembre 2012. México.

Vaughn, R. (1974).*Quality control*. Ames, Iowa: The Iowa State University Press:4

VW (2018). *VWM. Página de internet de la empresa*. http://www.vw.com.mx/es/mundo-volkswagen/grupo_volkswagen.html. Consultada el 15 de noviembre de 2018.

Welding (2000) The influence of welding parameters on weld characteristics in electric ARC stud welding" *Welding, 79* (1), 3-5.