

## **Capítulo 4.**

## **Capítulo 4.**

### ***Diagnóstico y análisis de la problemática.***

En este Capítulo se tratará de la problemática con la que se tiene actualmente en un proveedor, un problema de balanceo.

Se darán los pasos de cómo obtener la solución a este problema, se desarrollará la metodología de pensamiento crítico como solución de problema. Debido a que es un desarrollo que se debe de realizar lo antes posible y a que el pensamiento crítico es una herramienta que se utiliza en la empresa se utilizará ésta como principal apoyo para la solución del balanceo. Así como es una herramienta básica, en la empresa se dan cursos para poder solucionar los problemas que se presenten en calidad utilizando esta manera de solucionar los problemas.

El trabajo tendrá que ser en conjunto con el proveedor para poder llegar a una solución lo antes posible y no retrasar el proyecto debido a este problema de balanceo.

#### ***4.1 Problemática Actual***

En este Capítulo se presentará la problemática actual que tiene un proveedor X, con un problema de balanceo en una familia de piezas.

El problema que se presenta en las instalaciones de dicha empresa es un problema de balanceo. Las flechas de la familia A se encuentran muy por fuera del rango de tolerancias permitido por los dibujos de dicha familia de partes. Durante este Capítulo se

irán haciendo estudios necesarios para definir la causa raíz del problema, se definirá una metodología de solución de problemas como las que se mencionaron en el capítulo 3.

El objetivo de realizar este estudio es obtener la causa raíz del problema de balanceo ya que este desbalanceo podría convertirse en un problema de garantías el cual le cuesta al proveedor X y a la empresa ensambladora. Durante el balanceo las piezas deben de estar ya terminadas, para poder realizarlo deben de haber pasado por todo el ensamble y al final ser balanceada.

Este problema se detecto antes de empezar con lo que es la producción normal, lo cual es lo más recomendable aunque hay que solucionarlo en un periodo corto para no retrasar ningún ensamble.

Para poder llegar a la solución del desbalanceo de estas partes se utilizará la metodología de critical thinking. La selección de esta metodología fue al tiempo que se tiene para poder obtener una solución positiva, es imperativo obtener la causa raíz antes de abril.

La secuencia de pasos que se seguirán durante el desarrollo del Critical Thinking[9] serán los siguientes:

- Análisis de la problemática.
- Evaluación de posibles problemas que afectan el proceso.
- Solución del problema.

- Toma de decisiones.
- Planeación.
- Implementación.

#### **4.1.1 Análisis de la problemática**

Para realizar la sección de análisis de la problemática fue necesario llevar a cabo un estudio del proceso que lleva el proveedor, se deben de tomar en cuenta las sospechas que hay en el proceso. Los elementos que pueden estar relacionados con el mal balanceo de la pieza. Se realizó una lista de los posibles problemas que afectan a la pieza durante la etapa final del balanceo.

- Partes que componen la pieza.
  - ¿Todas las piezas provienen de un mismo proveedor o de distintos proveedores?
  - ¿La manufactura de las partes de la pieza es igual para todos los casos o alguna tiene características especiales que deben de ser tratadas con mucha cautela?
- Mal ensamble de las partes.
  - ¿Todas las familias pasan por las mismas operaciones?
  - ¿Manejo de las piezas es el correcto durante el proceso?
- Problema de Set Up en la máquina balanceadora.
  - ¿Cuántos diferentes Set Up's hay para los procesos?
- Error al colocar la flecha en el equipo.

- ¿Cuántas diferentes posiciones puede tomar la flecha en el balanceo?
- ¿Se presenta el problema en todas las familias?
  - En una familia, dos familias, todas las familias

Una vez obtenida la lista de preocupaciones hay que realizar un proceso de pensamiento. Durante este proceso se debe de seleccionar el punto de partida para hacer más análisis, es decir tener la causa raíz para tener la solución del problema, en dado caso que se deba de tomar alguna decisión, identificar los pasos para llegar a la meta, esto último es planeación.

De la misma manera, hay que priorizar los posibles efectos que haya en los cuales el proceso se vea afectado. Esta prioridad será dada alto **H**, medio **M**, bajo **L**. Los elementos de prioridad tienen que ser dados también en base al impacto que tengan sobre el proceso y el tiempo en que se tardará solucionar el problema. El impacto se debe considerar en el tiempo actual y en un futuro en términos de satisfacción al cliente, dinero, productividad, seguridad, moral, etc. En dado caso que exista más de una prioridad de un mismo rango se pondrán números para poder jerarquizar prioridades del mismo impacto. Así si hay 3 H, se debe de diferenciar entre la que tenga un mayor impacto ordenando las prioridades H-1, H-2, H-3.

Conforme se va recabando la información con el proveedor algunas de las preguntas que se establecieron en un principio se van respondiendo. En un 90 % los componentes que forman la flecha cardan son producto del proveedor. Contiene el mismo proveedor una

forja que se encarga de manufacturar las partes. En un 10% las piezas son exportadas por parte de un proveedor secundario. Este proveedor tiene su manufactura en India. Las partes son hechas en India y se mandan vía aérea o marítima al proveedor primario o Tier 1, dependiendo de la urgencia. El Tier 1 de manera interna ha estado realizando estudios dimensionales y de laboratorio a las partes para comprobar que tanto las partes que se manufacturan de manera interna como aquellas que son importadas de India se encuentren dentro de especificaciones. La manera de realizar esto es midiendo las partes y sometiendo las partes a pruebas de durezas, comprobando los resultados obtenidos con los dibujos de las partes para saber si las tolerancias se encuentran dentro de especificaciones.

Los resultados de estas pruebas han sido satisfactorios en cuanto a dimensiones y laboratorios. Surgió un problema con partes que fueron mandadas de la India, las cuales se encontraban lijadas en la sección del yugo. Este corte de material no se encontraba dentro de las especificaciones establecidas por parte del diseñador. Se le comentó al dueño del dibujo como proseguir con dichas partes. La respuesta fue segregarse las partes y hacer un requerimiento a India para que mandase otras partes sin retrabajar. Las partes fueron segregadas y se obtuvieron más partes de India.

Todas las flechas a excepción de una familia utilizan los mismos componentes. Dicha familia no presenta el problema de desbalanceo, por lo que han sido segregadas para este estudio. Las otras dos utilizan los mismos componentes por lo que serán motivo de estudio.

El flujo que siguen las flechas es el mismo para todos los casos, por lo que siendo estrictos, ambas familias deben de presentar o no el problema de desbalanceo.

Haciendo el estudio de la familia A, se verifica el flujo correcto de material por la línea, se comprueba que los elementos de la pieza sean los correctos. Se verifica el buen inicio de las máquinas, lo que se conoce como Set Up del herramental. Las especificaciones para las familias no todas son las mismas por lo que hay que verificar que las computadoras y herramientas estén utilizando los programas correctos.

Cada una de las máquinas posee un sistema de rastreo. Esto es para asegurar que no haya alguna pieza que vaya fuera de especificación. Se mide el contenido de grasa en la cruceta. Se miden los tubos y se guardan las longitudes. Se asegura que el silenciador esté presente en los tubos, sin este silenciador no es posible siquiera empezar con el proceso de producción ya que no se libera la etiqueta padre. Durante todo el proceso es viable monitorear las piezas y obtener información de su construcción.

Se realizan pruebas de fuerza y de trabajo. Es necesario comprobar que el soldado esté bien hecho. Se comprueba con una prueba de fuerza que no quede floja la unión de la flecha con el yugo, la fuerza también se guarda, estas pruebas son al 100%, es decir que todas las partes pasan por las mismas pruebas. Esto fue un requerimiento por parte del cliente para estar seguros que las partes que se están entregando se encuentren en buenas condiciones para su posterior ensamble. Se realizan pruebas de alineación de manera automática. Anteriormente lo que se hacía era una persona con un mazo bajaba un brazo mecánico para asegurar que la pieza estuviera alineada. Ahora se omite esta persona y se utiliza un brazo robot que se encarga de monitorear las zonas que podrían estar fuera de especificación de alineación.

Finalmente se llega a la prueba de balanceo, todo el proceso anterior es la ante sala para poder realizar un buen balanceo. Es una gran ayuda el proceso que se encuentra antes del balanceo, el rastreo de las piezas, la información que se va guardando, pero el proceso crítico es el balanceo. En este se comprueba que todo lo anterior funcione en conjunto, desde la forja hasta la prueba de fuerzas y de alineación.

La prueba de balanceo tiene 3 partes fundamentales, en la primera ocasión que se coloca la flecha en la balanceadora se mide el grado de desbalanceo que tiene la flecha. Una vez puesta la parte en la balanceadora se hace una primera corrida. Es una prueba dinámica totalmente. La pieza gira a una x cantidad de RPM la cual representa el trabajo que realizará una vez ensamblada en el vehículo. Se detectan los puntos de desbalanceo y se realiza una corrección. Esta corrección consiste en ya sea quitarle material por medio de un troquelado, o colocando balanzas en las zonas requeridas para poder tener un balanceo completo de la pieza. Cuando se troquela o se coloca el peso, se vuelve a correr el balance, si indica que la pieza se encuentra dentro de especificación en el display aparece un OK verde, en caso contrario se observa un Reject rojo. A la pieza no se le pueden colocar más de 7 pesos en total, 3 de una parte y 4 del lado contrario. Una vez que se hayan colocado estas siete pesas y sea rechazada por no estar dentro de los límites de especificación se debe de colocar en un contenedor donde el material de deshecho se encuentra. Estas son pérdidas monetarias para la empresa, y es material que ya no se puede volver a utilizar.

Con la familia A se han llegado a tirar no más del 5 por ciento de material lo cual es algo bueno. Estas partes presentan una buena condición de balanceo. Una vez balanceadas las piezas tienen que pasar a la cámara de pintura para después una vez más pasar por una



rectificación de balanceo. Nuevamente la familia A tiene un buen comportamiento de balanceo.

Con respecto a la familia B, pasa por el mismo proceso de fabricación que la familia A. Puesta de silenciador, soldado de yugo, fijación de crucetas, puesta de grasa, comprobación de fuerzas, balanceo, pintura y balanceo nuevamente.

Los componentes son los mismos que se utilizan para la familia A, una diferencia es el peso del tubo que varía en gramos con diferencia a favor de la familia A que la familia B.

En el momento del balanceo se observa que las piezas cuando se realiza la primera prueba salen muy por encima de la especificación, lo cual es normal, aunque salen también muy por encima de las otras dos familias. Cuando las otras familias salen en alrededor de 90gr/m, las de la familia B salen en 230gr/m. Una vez puesta la pesa disminuye únicamente en 10gr/m el desbalance, lo cual no es nada significativo si el objetivo es tener al final una flecha que se encuentre en 25gr/m dentro de especificación.

Se han podido mandar piezas para las pruebas que la ensambladora ha estado realizando y las piezas OK no han presentando ningún problema. Pero se han tenido que sacar muchas flechas que han estado fuera de especificaciones. Lo que ha procedido con dichas flechas ha sido un estudio detallado del armado, diferencias de armado con las otras 2 familias.

Durante el estudio detallado no se ha encontrado diferencia entre el procedimiento para la familia A, B. Se han tomado muestras OK y NO OK y analizado elemento por

elemento en las piezas. Se encontró una pequeña diferencia entre las piezas, algunas llevan un yugo aserrado y otras el yugo se encuentra lizo. El yugo aserrado es el que se manufactura en India.

Se realizaron pruebas con el material enviado de India que se encontraba de cierta forma ya balanceado y las piezas no tuvieron problemas de estar fuera de especificaciones. Lo cual es bastante bueno, sin embargo debido a que en el dibujo de la parte no está especificado que la parte ya venga de cierta manera balanceada.

Otro de los problemas que se están detectando es al momento de realizar una prueba de flip de la parte en la balanceadora. Esta prueba de flip consiste en una vez después de haber balanceado la pieza se le da una vuelta de ciento ochenta grados para volver a correr la pieza en el balanceo. El balanceo no debe de ser diferente al último obtenido, la diferencia debe de ser mínima, por mínima se entienden 5gr/m y no sobrepasar el límite establecido en el dibujo. El problema con las flechas de la familia B es que presentan un offset al realizar el giro. Este offset o desplazamiento puede ser causado por el programa que está utilizando la balanceadora, es decir que el programa no es el adecuado. Otro posible problema que puede causar dicha condición es el modo de colocación de la flecha dentro de la balanceadora.

Estos 3 problemas representan las 3 H que se tienen que atacar para poder solucionar el problema de balanceo. Debido a que tenemos tres problemas de categoría alta, cada uno se tiene que diferenciar por lo del problema del yugo aserrado será H1, el programa de la balanceadora será H2 y la colocación errónea de la flecha en la balanceadora será H3.

La manera de atacar estos problemas será de manera individual. Atacando cada uno de la mejor manera para poder solucionar el problema. Cada uno de los 3 problemas que se tienen llevan un poco de tiempo realizar sus análisis y cada uno tiene un impacto diferente en el proceso pero que al fin del estudio dará el mismo resultado, obtener flechas que se encuentren dentro del rango de especificación del dibujo. El tiempo establecido para la solución de cada uno de los posibles problemas relacionados con el balanceo de las piezas está dado para el 13 de abril. El 13 de abril se hará una corrida con la seguridad que se tendrá resuelto el problema de balanceo.

Estudios que se realizaron en las pasadas semanas indican que el problema está enfocándose a H2 y H1. Por lo que la colocación de la flecha de manera errónea en la balanceadora queda descartada. Como se llegó a esta conclusión, gracias a que existen guías que no permiten que la flecha se coloque de manera errónea, la flecha solo puede quedar de 2 maneras, se comprobó que no quedara de alguna manera inclinada y este modo de falla no puede darse debido a las guías que existen en el herramental.

Para el caso H1, que se trata de los yugos aserrados se sigue el siguiente diagrama de flujo que se dio en el Capítulo anterior. El camino que se siguió para llegar a la solución del yugo aserrado fue en vertical, sin la posibilidad de tomar un camino alternativo, como lo indica la flecha roja a un costado de la figura 4.1.1.

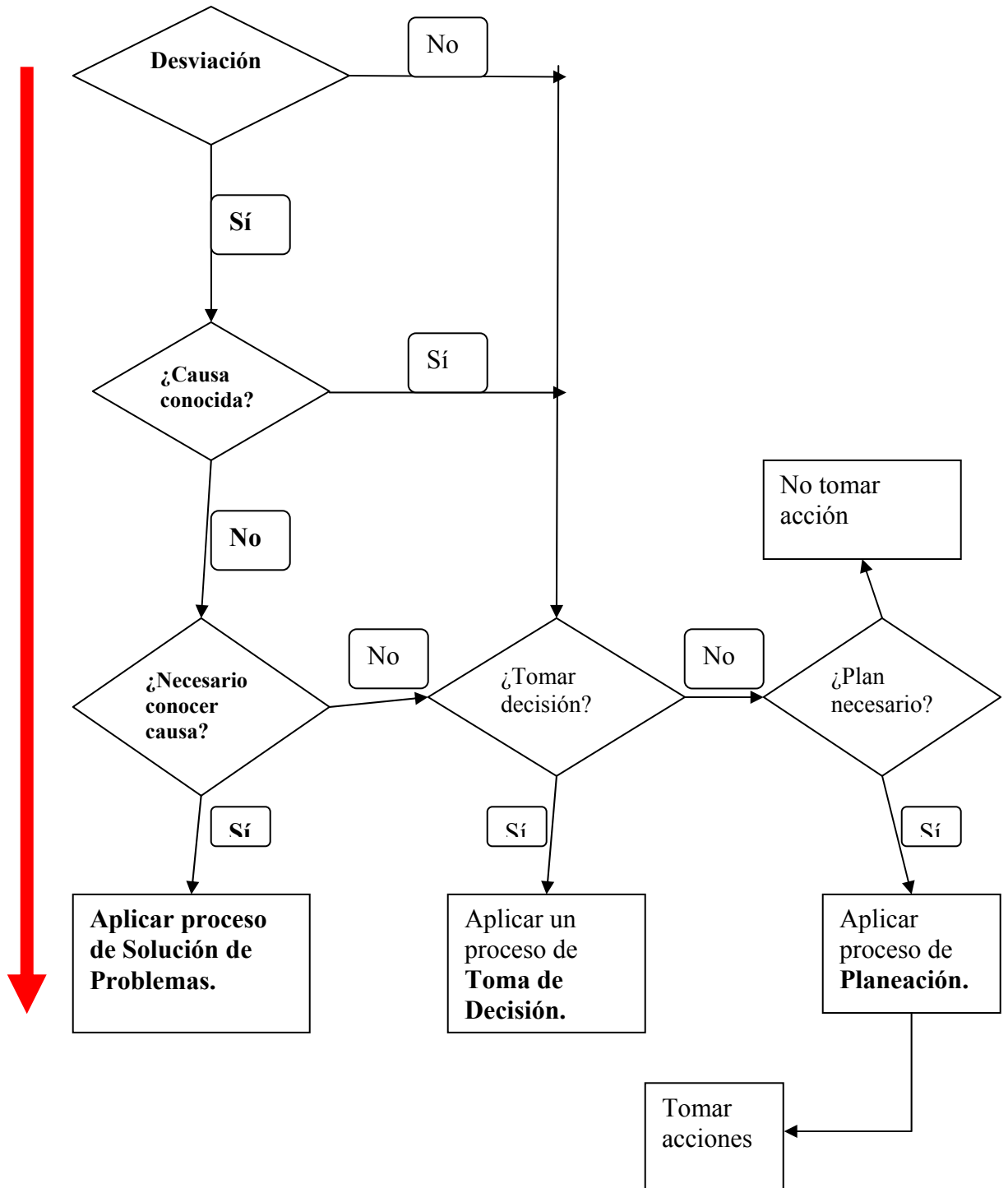


Fig.4.1.1 Procedimiento de toma de decisiones

Debido a que las partes se han tenido que entregar conforme se han realizado las pruebas una desviación se está utilizando que ha sido aprobada por el área de diseño.

Estas desviaciones o permisos temporales consisten en permitir entregar al proveedor material de prueba que sea producido en los herramientales normales de producción y que no estén dentro de los límites originales. El área de diseño realizó un estudio de hasta cuanto se podría abrir el rango de la tolerancia permitida. Se estableció el rango, para algunas flechas cambió, para otras se mantuvo igual.

|                                      | Front Shaft | Coupling shaft | 2pc-shaft | 1pc Rear Shaft | Shaft          |
|--------------------------------------|-------------|----------------|-----------|----------------|----------------|
| <b>Initial Imbalance</b>             |             |                |           |                |                |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 187.5       | 187.5          | 187.5     | 187.5          |                |
| Current Capability (g-cm):           | 187.5       | 300.0          | 300.0     | 300.0          |                |
| <b>Final Balance (befote paint)</b>  |             |                |           |                |                |
| Plane:                               | Both        | Both           | Both      | Slip (T-Case)  | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 18.7        | 18.7           | 18.7      | 18.7           | 18.7           |
| Current Capability (g-cm):           | 18.7        | 18.7           | 18.7      | 25.0           | 18.7           |
| <b>Flip Balance (befote paint)</b>   |             |                |           |                |                |
| Plane:                               | Both        | Both           | All       | Slip (T-Case)  | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 25.0        | 25.0           | 25.0      | 25.0           | 25.0           |
| Current Capability (g-cm):           | 25.0        | 25.0           | 25.0      | 45.0           | 25.0           |
| <b>Recheck Balance (alter paint)</b> |             |                |           |                |                |
| Plane:                               | Both        | Both           | All       | Slip (T-Case)  | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 25.0        | 25.0           | 25.0      | 25.0           | 25.0           |
| Current Capability (g-cm):           | ?           | ?              | ?         | ?              | ?              |

Tabla 4.1.1 Tolerancias establecidas

Esta tabla presentada tiene por fecha de realización 23 de enero de 2007 por lo que son datos que no están actualizados. Actualmente, en la sección de Current Capability se han registrado mejoras.

El balance del cual se esta hablando que están teniendo las partes problemas de alcanzar es el flip balance antes de la pintura. Para el caso de las primeras familias no hay problema ya que se está llegando al balanceo sin problemas, para el caso de la 1pc Rear Shaft es donde se está teniendo el problema de balanceo como se puede observar en la gráfica, se encuentra 20 g/cm por encima del límite establecido.

Para poder darle solución a este problema lo que ha estado realizando son análisis parte por parte de la pieza, debido a que el 90% de las partes son manufacturadas en la misma planta es una ventaja ya que sobre éstas se tiene un control de calidad muy bueno. El otro 10% de las partes, que son manufacturadas en el extranjero, tal es el caso del yugo aserrado no se tiene un gran control sobre la metodología de manufacturación y se depende en gran medida de lo que pueda realizar el sub proveedor o en este caso el Tier 2. Sería muy fácil sospechar al 100% de estas partes que llegan de India ya que son hechas en otro lado que no es la misma planta del proveedor, pero sería un error considerar que este es el único problema y no realizar los demás estudios. Por lo que se considera que es un probable factor, el hecho que la manufactura sea realizada en la India y no en México y que a causa de esto el balanceo no se está llevando a cabo como debe de ser. Sin embargo, hay que fijarse bien por qué en algunas ocasiones las piezas salen bien balanceadas con este elemento y por qué en otras ocasiones no. Se consideraría que no necesariamente la manufactura del yugo en India sea el problema sino el programa que está utilizando el herramental para llevar a cabo el balanceo de las piezas podría ser no el adecuado.

En base a esto último, se estudio el programa que utiliza el herramental. Dicho programa fue hecho por una persona de sistemas de la empresa. Se dieron los rangos que están establecidos por el dibujo y con la actualización de los últimos datos que llegaron por parte de la gente de diseño del cliente. Para saber si el programa está funcionando bien se realizan varias pruebas o varias corridas de balanceo, hasta poder establecer un buen funcionamiento del equipo. Se establecen los límites inferiores y superiores dentro de los cuales debe de caer el balanceo de la pieza, se debe de confirmar que modelos son lo que correrán y se empiezan a correr pruebas para observar el comportamiento de las piezas. En el momento en que se empiezan a repetir los resultados es cuando se realiza el balanceo de las piezas que se van a embarcar a las ensambladoras. La familia A no tiene problemas, se retira únicamente el 2% de las partes que no caen dentro de los rangos establecidos como máximo y mínimo, esto realizando el giro de ciento ochenta grados o flip.

Ahora se modifica el programa para que entre la familia B, con la cual se ha tenido el mayor porcentaje de rechazo debido al balanceo se encuentra fuera de especificación. Las piezas se van colocando una por una en la balanceadora, de la misma manera que se colocaron las de la familia A. Las piezas que se han rechazado coincide que en el primer balance están muy por encima de los 187.5g/cm que están establecidos, se encuentran alrededor de los 200g/cm, según los datos internos del proveedor. Se presentará otra tabla parecida a la 4.1.1 pero con datos de las corridas que actualmente se han hecho en la planta del proveedor indicando una mejora significativa con respecto a la tabla 4.1.1.

Las piezas de la familia B presentan un desplazo al terminar la corrida de balanceo en el mismo herramental, este desplazo se observa al momento de hacer el flip en las piezas

ya que el balance no es el mismo. El balance en el flip como se comentó debe de ser muy parecido al balanceo antes del flip.

Las razones por las cuales se esté dando el desplazo en las flechas de la familia B es debido al peso del yugo, que de alguna manera está haciendo que se provoque el desplazo ya que las guías para colocar la flecha de esta familia hacen que el operador coloque las piezas de manera correcta, pero al momento en que se empieza a realizar la prueba dinámica de balanceo y gira la flecha hace que de alguna manera se desplace la pieza y de esta manera provoque el desbalanceo que se detecta en el monitor del equipo. El tubo de esta familia es ligeramente menor, en cuanto a peso que al de la familia A. sin embargo los yugos son muy semejantes en cuanto a peso. Aun cuando el yugo es aserrado esto no disminuye su peso considerablemente.

Las piezas que salieron OK de ambas familias pasan a la cámara de pintura, esta cámara está compuesta por un área de lavado, secado, aplicación de químicos para adherencia de pintura, finalmente pasan por el área de pintado. Cuenta con seis pistolas hidráulicas que dependiendo del tamaño de la flecha funcionan todas o solamente cuatro. Después de la aplicación de pintura pasan por un área de secado nuevamente y de colocan las piezas en un contenedor. Una vez colocadas en el contenedor interno de la planta pasan nuevamente al área de balanceo, esto para comprobar que la pintura no haya afectado a la pieza en cuanto a su desempeño y a su balance que tiene actualmente. Es una prueba que se le requirió al proveedor debido a que anteriormente se han registrado piezas que pierden el balance una vez que hayan pasado por el área de pintura. La pintura también se mide, la cantidad aplicada, con un aparato especial que mide el grosor de la capa aplicada. Una vez registrado este dato, se realiza nuevamente la prueba de balanceo. En esta prueba se espera que la pieza funcione de manera normal, que la pintura no haya afectado el comportamiento



de la flecha. Como es esperado la gran mayoría de piezas son aceptadas dentro de los rangos que son establecidos y procede su embarcación a la planta ensambladora. Las partes que no tuvieron la suerte de pasar la prueba son estudiadas en los laboratorios del proveedor para poder saber que fue lo que afecto que no se hayan comportado como era de esperarse.

| <b>Initial Imbalance</b>             | Front Shaft | Couplin g shaft | 2pc-shaft | 1pc Rear      | Shaft          |
|--------------------------------------|-------------|-----------------|-----------|---------------|----------------|
| Source Package Requirements (g-cm):  | 187.5       | 187.5           | 187.5     |               | 187.5          |
| Current Capability (g-cm):           | 187.5       | 220.0           | 200.0     |               | 250.0          |
| <b>Final Balance (befote paint)</b>  |             |                 |           |               |                |
| Plane:                               | Both        | Both            | Both      | Slip (T-Case) | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 18.7        | 18.7            | 18.7      | 18.7          | 18.7           |
| Current Capability (g-cm):           | 18.7        | 18.7            | 18.7      | 20.0          | 18.7           |
| <b>Flip Balance (befote paint)</b>   |             |                 |           |               |                |
| Plane:                               | Both        | Both            | All       | Slip (T-Case) | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 25.0        | 25.0            | 25.0      | 25.0          | 25.0           |
| Current Capability (g-cm):           | 25.0        | 25.0            | 25.0      | 27.0          | 25.0           |
| <b>Recheck Balance (alter paint)</b> |             |                 |           |               |                |
| Plane:                               | Both        | Both            | All       | Slip (T-Case) | Fixed (R.Axle) |
| Source Package Requirements (g-cm):  | 25.0        | 25.0            | 25.0      | 25.0          | 25.0           |
| Current Capability (g-cm):           | 25.0        | 25.0            | 25.0      | 27.0          | 25.0           |

Tabla 4.1.2 Comportamiento de marzo las flechas al mes de marzo

La tabla 4.1.2 muestra el comportamiento que hasta el mes de marzo tienen las flechas.

Como se puede apreciar ha habido una mejora considerable en cuanto a la familia de la single piece rear. Se puede observar que los rangos en los que actualmente se encuentran las piezas han mejorado considerablemente con respecto a los resultados que se tuvieron

hasta febrero. Se debe de poner especial atención al flip balance antes de la pintura, el cual de 45 g/cm que se tenían se ha reducido hasta 27 g/cm.