

PRÁCTICA ACADÉMICA EN TRANSEJES COLOMBIA

ANDRÉS FELIPE ALDANA AFANADOR

Informe final práctica académica para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico

DIRECTOR:

PHD SEBASTIAN ROA PRADA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

BUCARAMAGA

2019

Nota de aceptación

Sebastián Roa Prada

Director de proyecto

Bucaramanga, 2019

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	6
1.2 ¿CÓMO SE DESARROLLAN LAS PRÁCTICAS?	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA	9
2.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	9
3. MARCO CONCEPTUAL	11
3.1 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE CALIDAD	11
3.1.1 PRUEBAS DE CALIDAD	11
3.1.2 PROBLEMAS DE CALIDAD EN DISCOS CLUTCH	14
3.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE MANUFACTURA	16
3.2.1 PROCESO DE RECTIFICADO	16
3.2.2 PROCESO DE ROLADO	17
3.2.3 PROCESO DE BROCHADO	19
3.3 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE METODOLOGÍA	21
3.3.1 LEAN MANUFACTURING	21
3.3.2 ANÁLISIS AVIX	24
4. ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA	26
4.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA	26
4.2 METODOLOGÍAS APLICADAS	31
4.3 PLANOS REALIZADOS	31
4.4 DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO DE LOS RESULTADOS	31
5. CONCLUSIONES	34
6. BIBLIOGRAFÍA	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organización general de la empresa.

Figura 2 Laboratorio de pruebas de la compañía para realizar ensayos de dureza, durabilidad y fatiga para nuevos productos.

Figura 3 Dispositivo de prueba de dureza utilizado en la compañía.

Figura 4 Máquina de inspección de grietas por partículas magnéticas.

Figura 5 Componentes de un kit Clutch.

Figura 6 Rectificadora Excello.

Figura 7 Roladora Roto-flo.

Figura 8 Ejemplo de pieza con brochado interior.

Figura 9 Brochadora Varinelli.

Figura 10 estructura del Lean Manufacturing.

Figura 11 Análisis de máquina por Avix.

Figura 12 Entorno del software Avix.

Figura 13 Reporte general del análisis Avix.

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Planos realizados para la empresa

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Industria de Ejes y Transmisiones SA. (NIT: 890203803-9) es una empresa nacida en 1972 en Santander cuya actividad económica consiste en el comercio de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículo automotores. Se encuentra ubicada en el km 7 de la zona industrial de Girón y se encarga del comercio de OEM y repuestos AFM. El gerente de planta actual (y jefe directo de la práctica realizada) es el señor David Delgado Echeverría. Su información de contacto es:

- Teléfono: 6468288 EXT 4048
- Correo electrónico: David.delgado@dana.com

Junto a la empresa Transmisiones Homocinéticas de Colombia THC, se realiza la venta de componentes de ejes homocinéticos fabricados en planta tales como interejes, trípodas, tulipas y juntas fijas, así como también el eje ensamblado. Por otro lado, se fabrican ocasionalmente productos como semiejes, espigas y companion para soportar las ventas de Transejes Ecuador. En cuanto a AFM, Transejes en su modalidad de centro de distribución se encarga de la venta de repuestos de otros componentes como discos clutch, componentes de cardán, repuestos para vehículos off highway (tractores, entre otros).

En sus principales clientes se encuentran:

Para equipo manufacturado en THC:

- Renault Colombia (Sofasa)
- Renault Argentina
- GKN Brasil

- General Motors GM
- Toyota
- Chevrolet
- Entre otros

Para equipo AFM se centra en distribuidores de repuestos a nivel Nacional y de Latinoamérica, así como también a Transejes Ecuador.

En cuanto al trabajo de planta, al tener relación con las multinacionales GKN y DANA, se rige principalmente bajo los sistemas operativos de las casas matrices. Este sistema se basa en el Lean Manufacturing. La estructura general de la empresa se muestra a continuación, donde se especifican las áreas principales y sus subáreas:

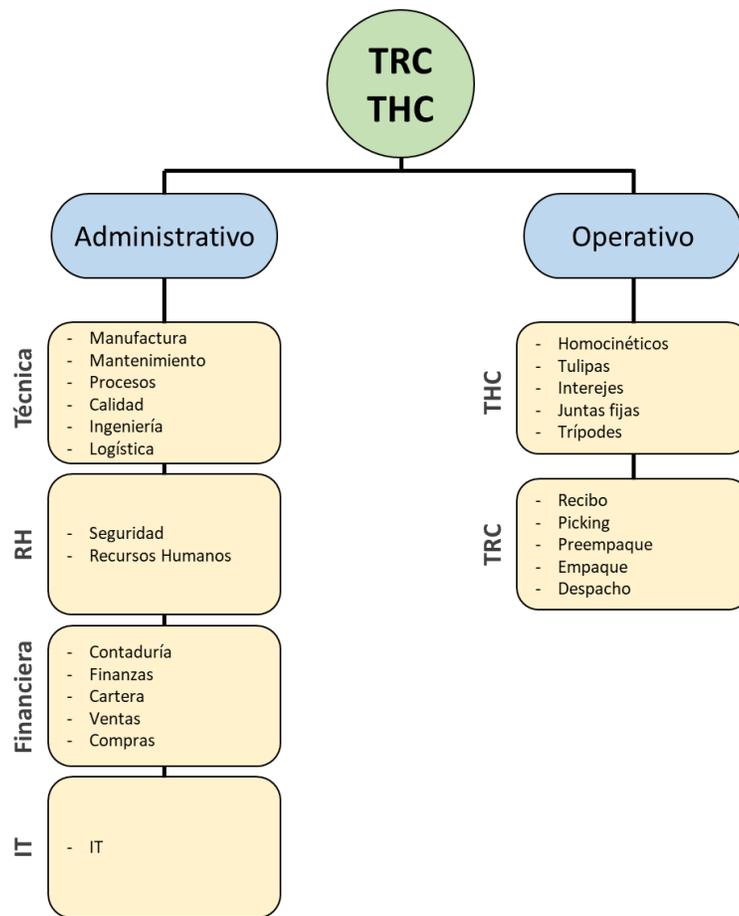


Figura 1: Organización general de la empresa.

1.2 ¿CÓMO SE DESARROLLAN LAS PRÁCTICAS?

Para el desarrollo de las prácticas se asignan las tareas diarias que cada practicante debe cumplir, que van de la mano a los objetivos. En Transejes se manejan practicantes de ingeniería en lo que se denominan “áreas soportes”, que consisten en el personal administrativo encargado de gestionar el flujo correcto del “área operativa” desde tareas directas e indirectas (coordinación de manufactura, calidad, mantenimiento, ingeniería de producto, procesos, entre otros). Teniendo en cuenta el ingreso de practicantes se asignan diferentes responsabilidades de acuerdo con las áreas a las que se realizará colaboración. En este caso, las áreas soportadas durante la práctica fueron Manufactura, Calidad y Procesos. Asimismo, se busca que cada practicante asuma el liderazgo de alguno de los proyectos de mejora que la empresa tiene en el momento, de modo que pueda profundizar en lo aprendido en la carrera y aplicarlo a alguno de los procesos de la planta.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- Parametrizar los productos de despacho en software, adicionando una sección para productos por peso y por cantidad de elementos en múltiplos, de modo que existan cantidades específicas para un despacho más organizado.
- Realizar instructivos para los procesos de ensamble de productos, de modo que facilite la operación.
- Ayudar a evacuar reclamos, devoluciones y garantías enviadas por los clientes.
- Generar proyectos de automatización de procesos que faciliten la operación general para las áreas de Ensamble, Manufactura y Distribución.

2.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

- Registrar las paradas de máquina, indicadores de producción, productividad y eficiencia de operaciones de máquinas críticas, de modo que se pueda llegar a un análisis de los eventos ocurridos en el área operativa.
- Liderar las mejoras obtenidas a partir de las jornadas de Workshop realizadas en el centro de distribución de Bucaramanga.

- Apoyar la gestión de proyectos de mejora a nivel general para la planta en Bucaramanga.
- Apoyar el cumplimiento de tareas surgidas a partir de auditorías de calidad.
- Apoyar el proceso de Facilitador de mejoras pequeñas (metodología Kaizen) a nivel general en Bucaramanga.
- Otras ayudas ocasionales solicitadas por coordinadores de Procesos, Calidad y Manufactura.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE CALIDAD

A continuación, se incluyen los conceptos que están relacionados con temas de calidad, respecto a problemas de garantías y pruebas de calidad realizadas a las piezas.

3.1.1 PRUEBAS DE CALIDAD

Dentro de las pruebas que se realizan a los productos tanto manufacturados, como aquellos que ingresaran al mercado de distribución, se encuentran pruebas destructivas y no destructivas. Dentro de las pruebas destructivas existen dos que se utilizan frecuentemente en la industria automotriz. Estas son:

- **Pruebas Mecánicas:** Se definen como la relación entre fuerzas (o esfuerzos) actuando en un material y la resistencia del material a la deformación y fractura. Diversos tipos de pruebas, que utilizan una fuerza aplicada, se emplean para medir las características de los materiales, tales como módulo de elástico, fuerza de producción, deformación elástica, resistencia de la fatiga y dureza. Las características mecánicas dependen de la microestructura del material (tamaño de grano, distribución de la fase, etc.), tipo de la estructura cristalina (es decir, la distribución de la fase, etc.), tipo de la estructura cristalina (es decir, la distribución de átomos), y composición química (contenido de diferentes elementos). [1]
- **Pruebas Metalográficas:** El objetivo del Análisis Metalográfico es la obtención de información del material por medio de la microestructura de estos, los cuales son posteriormente analizados en un microscopio. Asimismo, se realiza a partir de la obtención de

datos por medio de cortes e incluso acabados mecánicos para llegar a zonas de interés. [2] Las principales características obtenidas con estos ensayos y que son de relevancia para la empresa son la dureza y rugosidad.



Figura 2: Laboratorio de pruebas de la compañía para realizar ensayos de dureza, durabilidad y fatiga para nuevos productos.



Figura 3: Dispositivo de prueba de dureza utilizado en la compañía.

Por otro lado, existen las pruebas no destructivas, dentro de las cuales se incluye:

- **Inspección por Partículas Magnéticas:** Estos ensayos tienen la misión de detectar en una pieza las posibles discontinuidades (en materiales ferromagnéticos) que haya no solo en la superficie, sino también en las proximidades de ella (discontinuidades subsuperficiales). El método se basa en la atracción de un polvo metálico aplicado sobre la superficie hacia las discontinuidades presentes en el material bajo la acción de un campo magnético. La acumulación de este polvo metálico en torno a las discontinuidades revelará la localización de estas. [3]



Figura 4: Máquina de inspección de grietas por partículas magnéticas.

3.1.2 PROBLEMAS DE CALIDAD EN DISCOS CLUTCH

Dentro de los problemas de calidad presentados frecuentemente en el centro de distribución, se tuvo un caso de kits de embrague en los que presentaban causa de ruidos y vibraciones. El sistema de embrague está ideado para el desacoplamiento y acoplamiento suave del motor y su transmisión en determinados momentos: al cambiar de marcha, arrancar o frenar. Hoy en día el más utilizado es el embrague de fricción en el que el par de torsión se transmite debido a la fuerza de fricción. cuando se presiona el pedal, la horquilla de embrague, activada por el enlace, presiona el cojinete de desembrague, desplazándolo a lo largo del eje de rotación contra el volante. El cojinete de desembrague activa el resorte de diafragma que, al comprimirse, se libera de la superficie de la placa de presión. Los resortes se liberan y, al desenrollarse, retiran la placa de presión del disco de embrague. El disco de embrague se aparta de la superficie del volante. La fuerza ya no se sigue transmitiendo. [4]

Si el coeficiente de fricción se reduce por algún motivo, las superficies de contacto comienzan a deslizarse, y la fuerza no se transmite completamente del

motor a la transmisión. Como resultado, la aceleración del vehículo a ciertas velocidades necesita más tiempo y su rendimiento se deteriora. [4] Las principales causas de este problema son:

- **Desgaste o daño de los forros de fricción y la superficie del disco:** Unos forros de fricción excesivamente desgastados, debido a un espesor disminuido, no se presionan lo bastante fuerte contra la superficie del volante. El esfuerzo de compresión del mecanismo no es suficiente para proporcionar una conexión fija de sus elementos. Un revestimiento deformado se presiona de forma desigual contra el volante.
- **Engrase de los forros de fricción:** Contribuye a reducir su rugosidad. Debido al bajo coeficiente de fricción, los elementos de contacto resbalan.
- **Resorte de diafragma dañado o debilitado:** Si la elasticidad del resorte ha disminuido, la presión ejercida en el disco de embrague presionando el pedal será insuficiente para activar la unidad.
- **Mal funcionamiento de la conexión de embrague:** Un cable estirado, una horquilla dañada en vehículos con embrague mecánico, hinchazón de los componentes de goma o pérdida de hermeticidad de los elementos en vehículos con funcionamiento hidráulico pueden causar un deslizamiento del embrague, ya que la fuerza de presión del resorte de diafragma no es suficiente para asegurar un contacto fijo en las piezas acopladas.
- **Mecanismo de compensación del desgaste dañado:** Debido a un mal funcionamiento del anillo de ajuste o el resorte sensor, el ajuste se vuelve imposible. Esto reduce el mantenimiento de la presión en el disco de embrague.

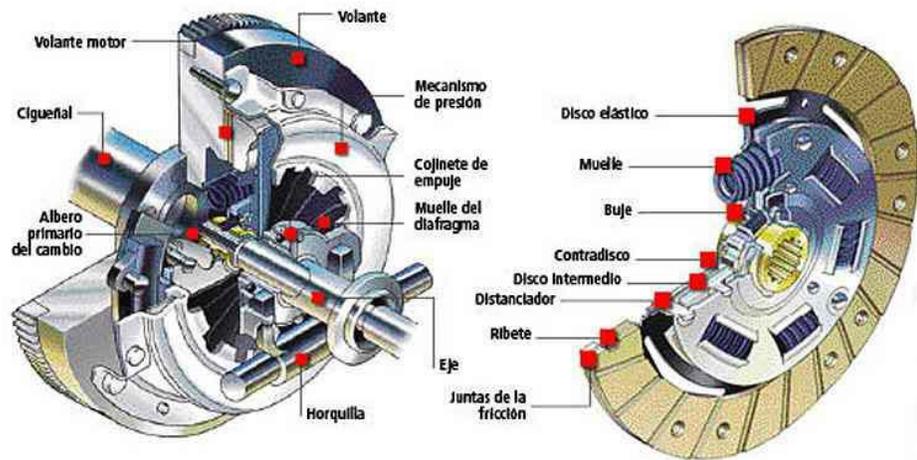


Figura 5: Componentes de un kit Clutch.

3.2 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE MANUFACTURA

A continuación, se muestran los conceptos relacionados a procesos de manufactura conocidos en la compañía.

3.2.1 PROCESO DE RECTIFICADO

El rectificado es una operación de mecanizado cuyo objetivo es conseguir un acabado superficial de calidad. Durante el proceso del rectificado, una herramienta llamada “muela” arranca virutas delgadas para obtener superficies de precisión. El resultado es mucho mejor que en procesos como el torneado o el fresado. El proceso de rectificado se lleva a cabo en una máquina llamada “Rectificadora”, que mecaniza las piezas mediante la abrasión. Con las herramientas llamadas “muelas”, se eliminan el material deseado de una pieza para poder darle la forma deseada. [5]

Existen 3 tipos de rectificadoras dentro de las cuales se encuentran [5]:

- **Rectificadoras planas:**

- **Rectificadora frontal:** la muela trabaja plana contra la pieza y se desplaza en movimiento rectilíneo.
- **Rectificadora tangencial:** La muela trabaja de canto y se desplaza con un movimiento circular y pendular.
- **Rectificadoras cilíndricas:**
 - **Rectificadora cilíndrica externa:** Se realiza por medio de una rotación sobre un eje central y aplica en la superficie externa.
 - **Rectificadora cilíndrica interna:** Se realiza por medio de una rotación sobre un eje central y aplica en el interior de la pieza.
 - **Rectificadora sin centro:** Sirve para piezas de pequeñas dimensiones, como casquillos. Dos muelas giran en el mismo sentido y en el centro se coloca la pieza sin sujeción.
- **Rectificadoras universales:** Estas máquinas ofrecen mayor capacidad de trabajo cubriendo las tareas anteriores.

3.2.2 PROCESO DE ROLADO

El proceso de rolado se refiere a pasar el hierro por rodillos para que adquiera una forma determinada, cuando se le aplica la presión generada por los rodillos el hierro adquiere la forma deseada. El grosor del resultado ya sea (barras, laminas, lingotes, etc.) depende en gran parte de las toneladas de hierro que se le agreguen, así como del tipo de rodillos con el que se procesó. El rolado es un proceso común para la manufactura de tubos de acero, el cual consiste en un

proceso continuo en el que una lámina es sometida a una serie de rodillos que le proporcionan a la tira de acero de una forma específica. En el proceso de rolado uno de los materiales más utilizados es el acero inoxidable. Las características que definen el producto que sale del rolado, son el diámetro del tubo y su espesor de pared. Una vez obtenida la forma tubular, los bordes son soldados para formar una sección cerrada. [6] En Transejes se aplica este proceso para obtener los estriados de los vástagos de las juntas.



Figura 6: Rectificadora Excello (modelo utilizado para diferentes procesos en la compañía).



Figura 7: Roladora Roto-flo (modelo utilizado para diferentes procesos en la compañía).

3.2.3 PROCESO DE BROCHADO

El brochado consiste en pasar una herramienta rectilínea de filos múltiples, llamada brocha, sobre la superficie a tallar en la pieza, ya sea exterior o interior, para darle una forma determinada. El brochado se realiza normalmente de una sola pasada mediante el avance continuo de la brocha, la cual retrocede a su punto de partida después de completar su recorrido. La brocha trabaja por arranque progresivo de material mediante el escalonamiento racional de los dientes, determinado por la forma cónica de la herramienta. La forma de la herramienta permite obtener formas que por otro procedimiento serían muy costosas o imposibles. La brochadora es una máquina relativamente moderna

y se emplea en series largas ya que la brocha es una herramienta relativamente costosa. [7]



Figura 8: Ejemplo de pieza con brochado interior.



Figura 9: Brochadora Varinelli (modelo utilizado para el brochado de trípode y companion en la compañía).

3.3 CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA DE METODOLOGÍA

A continuación, se muestran los conceptos relacionados a metodologías de trabajo en plantas de manufactura.

3.3.1 LEAN MANUFACTURING

La Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos otros. [8]

Se basa en 3 pautas importantes:

- Eliminación de desperdicios
- Mejora continua (metodología Kaizen)
- Mejora consistente de productividad y calidad.

La primera pauta consiste en la eliminación de los 7 desperdicios. Un desperdicio es todo aquel elemento que no agrega valor al producto, lo que sólo adiciona costos y tiempo. Asimismo, un desperdicio es un síntoma, pero no una causa raíz. Estos 7 desperdicios son: [8]

- Movimiento excesivo
- Transporte
- Corrección o mantenimiento no planeado
- Inventario
- Espera
- Sobre procesamiento

- Sobre producción

Para lograr la eliminación de los desperdicios se tiene un conjunto de herramientas dentro de las cuales se encuentran: [8]

- **Las 5'S:** se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Son: [8]
 - Clasificar/Organizar
 - Ordenar
 - Limpiar
 - Estandarizar
 - Mantener
- **Pull system:** Es un sistema de producción donde cada operación "estira" el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno. [8]
- **Control visual:** Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente. [8]

- **Sistema JIT (Justo a tiempo):** Tuvo su origen en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Dicho sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes. [9]
- **Sistema Kaizen:** Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos. Hoy el mundo en su conjunto tiene la necesidad imperiosa de mejorar día a día. [8]



Figura 10: estructura del Lean Manufacturing.

3.3.2 ANÁLISIS AVIX

Avix es un software que permite el análisis de una planta de manufactura, de modo que se encuentren los desperdicios de cada uno de los procesos. Sus beneficios son basados en 3 pilares: [10]

- Mejora de producción
- Reducción de tiempos en el manejo de datos
- Realizar informes e instructivos automáticos

El método Avix consiste en estandarizar los procesos y operaciones para crear cálculos de balance para optimizar los procesos. En el caso de empresas de manufactura, obtienen beneficio a partir del análisis de máquina. Basado en el método Avix, el software permite el análisis de CNC por medio de un video del proceso completo para calcular tiempos de valor agregado y de desperdicios para llegar a una mejora. [10]

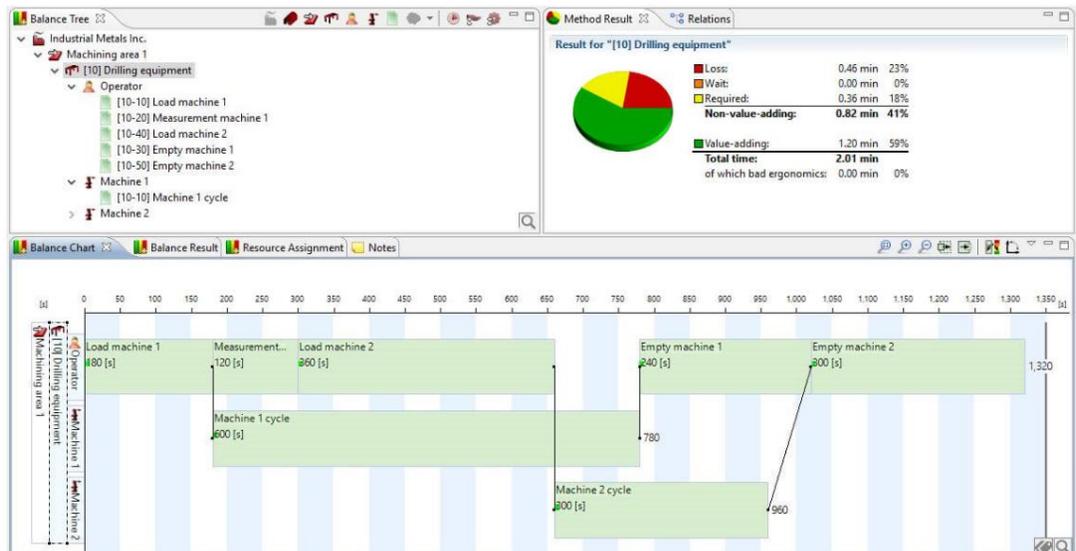


Figura 11: Análisis de máquina por Avix.

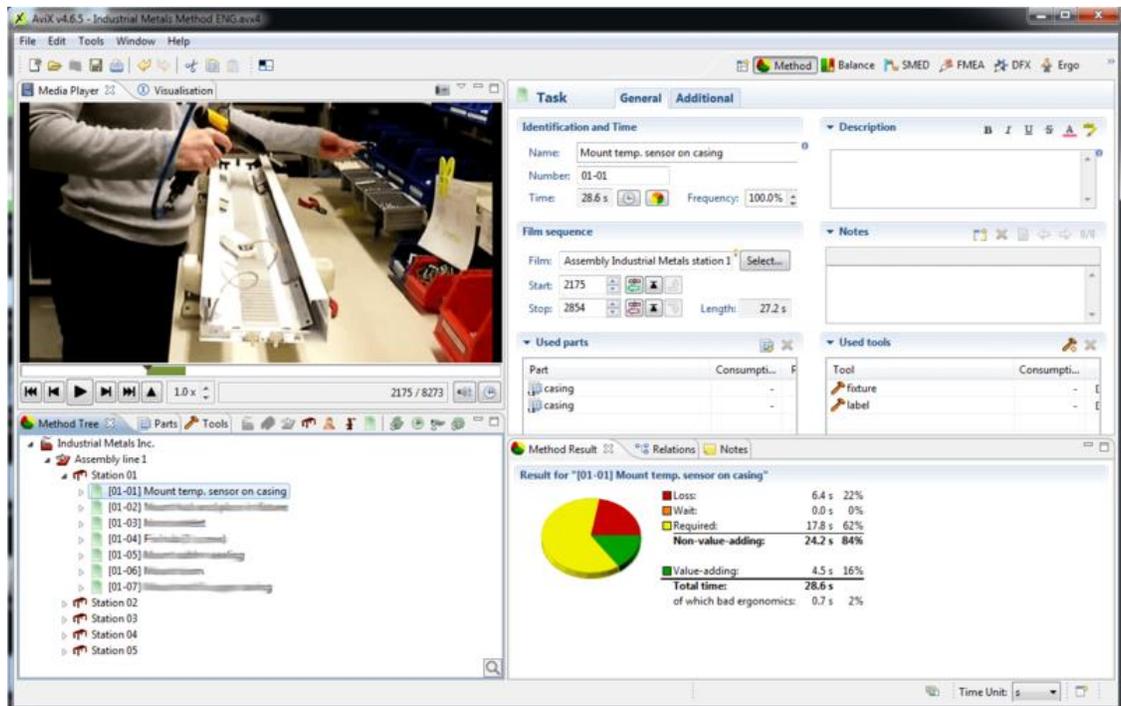


Figura 12: Entorno del software Avix.

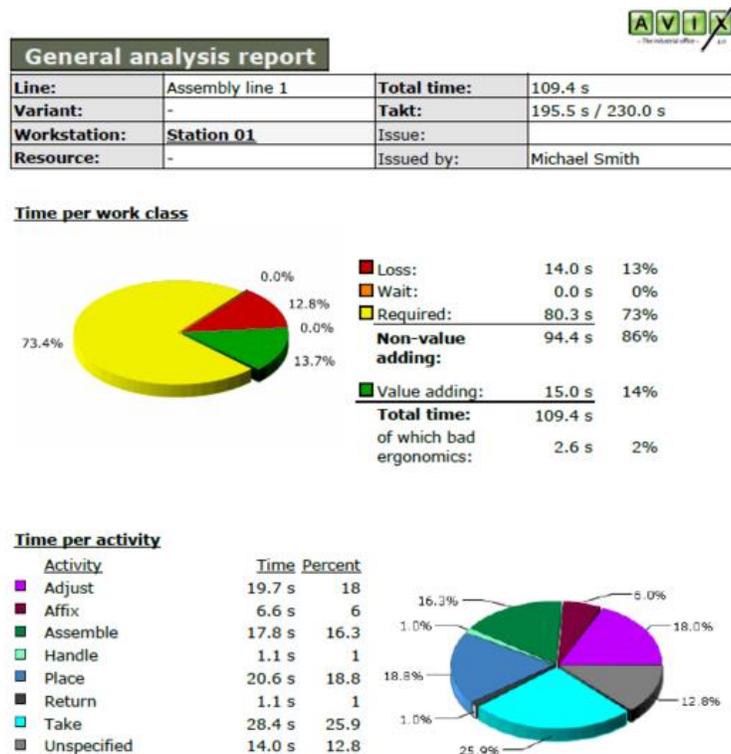


Figura 13: Reporte general del análisis Avix.

4. ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA

4.1 DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se describen las actividades y objetivos planteadas anteriormente en el numeral 2:

- **Parametrizar los productos de despacho en software:** Para esta actividad, se realizó la verificación de pesos de los productos de alta rotación (más vendidos), de modo que fueron llevados a un software ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales) con el fin de mantener un estándar de peso por cada producto, de modo que en los despachos no surgieran inconvenientes de calidad (piezas faltantes o sobrantes). Asimismo, se pasaron solicitudes a las áreas comerciales para definir los números de parte que se agruparán en paquetes de cantidades específicas. Esta modificación debe ser modificada en el portal web de la empresa para aplicar en el momento de la compra por parte de los clientes.

- **Realizar instructivos para los procesos de ensamble de productos, de modo que facilite la operación:** Para este objetivo, se creó un plan de trabajo para abarcar los instructivos provenientes tanto de eventos de calidad, como de requisitos de operatividad dados por la casa matriz DANA. Estos instructivos se clasifican en: Ayudas visuales, Instructivos de trabajo, Trabajo estandarizado y Fichas 5S.
 - En los instructivos de trabajo se trabajó principalmente la estandarización de los procesos por medio de diagramas de flujo

para que cada persona operativa (tanto antiguo como nuevo) pueda realizar el proceso adecuadamente.

- En las ayudas visuales, se desarrollaron ayudas rápidas y gráficas para diferentes temas, como por ejemplo el trabajo en piezas con óxido según el terminado mecánico que tiene el producto (evitar trabajos directos de recuperación sobre piezas rectificadas, entre otras recomendaciones).
 - Por otro lado, se encuentran Los instructivos de trabajo estandarizado, los cuales requirieron la toma de videos de cada uno de los procesos de empaque para el centro de distribución. Esto con el fin de realizar un análisis de tiempos de cada proceso y realizar el proceso Avix (explicado en el marco conceptual).
 - En cuanto a fichas 5S, se crearon fichas según la metodología para el área de oficinas y planta, teniendo en cuenta el orden y manejo correcto de las diferentes máquinas empleadas.
- **Ayudar a evacuar reclamos, devoluciones y garantías enviadas por los clientes:** Para el desarrollo de este objetivo se realizaron tres tareas importantes:
 - Primero, se realizó la evaluación del material en zona de cuarentena, el cuál se dividía entre material amarillo y material rojo. El material amarillo contiene aquellos productos que deben someterse a evaluación para valorar la factibilidad de recuperación. El material rojo es aquel que, en su mayoría, proviene de garantías y no puede ser recuperado. Para el material

amarillo se realiza la inspección en el laboratorio de calidad con las pruebas requeridas. El material rojo se revisa igualmente para detectar su causa de fallo y reportar al proveedor de ese producto.

- Segundo, se soportaron otras actividades del área de calidad que incluían evaluación de muestras iniciales, para las cuales se evalúan las características dimensionales y metalográficas de los productos a incluir en el mercado, entre otras labores.
 - Por último, se implementó un sistema de evaluación de proveedores, de modo que a partir de los inconvenientes y casos de garantías y devoluciones se clasifica el proveedor. Esta clasificación influye en las inspecciones realizadas por el personal de calidad en cada recibo.
- **Generar proyectos de automatización de procesos que faciliten la operación general para las áreas de Ensamble, Manufactura y Distribución:** Esta actividad, fue la principal en cuanto a su relación con la carrera. Esta actividad consistió en la realización de un proyecto principal (el diseño de la máquina empacadora) junto al soporte en otros proyectos afines, no sólo de automatización, sino de diseño mecatrónico.
 - Primero se tiene la máquina de empaque automático para kits AFM, la cual se desarrolló a partir de la metodología en V de modo que se comenzó por el estudio del caso o problema. Con esta información se realizó el análisis de requerimientos por parte del cliente, en este caso un cliente interno (área de preempaque del centro de distribución) y los requerimientos por parte del stakeholder, en este caso, el gerente de planta de la empresa.

Posteriormente se realizó un diseño preliminar del nuevo proceso, teniendo en cuenta los objetivos planteados a partir de los requerimientos. Una vez se diseñó el proceso, se realizó un análisis de riesgos en el que se simuló el proceso con el fin de obtener las posibles fallas que la máquina podría tener. Con esto, se definieron los sensores y actuadores requeridos para la solución o prevención de estas fallas. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño conceptual para aprobación del gerente de planta. Una vez se aprobó conceptualmente, se realizaron los planos eléctricos, neumáticos y mecánicos de la máquina para que quedara detallado para su futura construcción. Asimismo, se realizó el RFA, que consiste en cotizar todos los elementos de la máquina y la mano de obra del ensamble. Con estos datos y con los resultados esperados se calcula el payback y el índice de retorno de la máquina de acuerdo con su inversión. Este último documento es enviado a la junta directiva de la casa matriz DANA para la aprobación del presupuesto final.

- Por otra parte, se desarrollaron los diseños conceptuales de unas máquinas para la mejora de productividad en la línea de preempaque que incluían 2 máquinas para el ensamble de kit dona y kit cruceta, así como también se diseñó un acople mecánico para el uso de una escalera que se acople al carro de recolección de los productos en estantería a la línea. Otra de las ayudas realizadas fueron el dispositivo Férula que se explica más detalladamente en la sección de resultados destacados en procesos de mejora.
- **Registrar las paradas de máquina, indicadores de producción, productividad y eficiencia de operaciones de máquinas críticas, de**

modo que se pueda llegar a un análisis de los eventos ocurridos en el área operativa: Esta actividad se realizó con el fin de analizar el comportamiento de la planta, de modo que con el nivel de producción (total de piezas entregadas), la productividad (piezas vs horas hombre), La eficiencia (piezas vs meta dada por el takt time) y las paradas de máquina por turno; se obtuvieran los datos necesarios para actuar sobre la planta y continuar con el cumplimiento de entregas y de calidad.

- **Liderar las mejoras obtenidas a partir de las jornadas de Workshop realizadas en el centro de distribución de Bucaramanga:** En septiembre de 2018 se llevó a cabo una jornada de Jishuken para el centro de distribución, del cual surgieron varias mejoras importantes para incrementar la productividad en lo operativo y administrativo. Para esto se creó un grupo en la herramienta en Microsoft Planner, de modo que se realizó un seguimiento a cada una de las actividades. De igual forma, se contribuyó al desarrollo de actividades afines al campo de estudio con mejoras que requirieron conocimientos en electrónica y diseño mecánico y mecatrónico.
- **Apoyar la gestión de proyectos de mejora a nivel general para la planta en Bucaramanga:** Para esta actividad se realizó un proyecto de “Obeya Room” que consiste en una habitación para realizar una reunión periódica de revisión de avances de proyectos, implementando la metodología PDCA.
- **Apoyar el cumplimiento de tareas surgidas a partir de auditorías de calidad:** Para esta actividad se apoyaron las áreas de Calidad, Procesos y Manufactura para la solución de temas surgidos en auditorías de

calidad y auditorías coordinadas por los clientes. Se trataron temas relacionados al sector operativo de la planta.

4.2 METODOLOGÍAS APLICADAS

Las metodologías aplicadas durante la práctica académica se describen con mayor detalle en la sección de marco conceptual, en donde se muestra su definición y aplicabilidad provenientes del concepto de Lean Manufacturing. Por otro lado, para el desarrollo del proyecto de automatización se emplea la metodología en V, aprendida en el curso de Diseño Mecatrónico. Ésta se seleccionó debido a que permite realizar pruebas a medida que se desarrolla el proyecto, haciendo más eficiente el diseño.

4.3 PLANOS REALIZADOS

Los planos realizados para el proyecto de la máquina automática de empaque para kits de venta AFM se muestran en el Anexo A.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO DE LOS RESULTADOS

- Los resultados que surgieron a partir de las tareas administrativas no sólo mostraron el cumplimiento de estas, sino que se realizaron mejoras adicionales para dar valor agregado a los procesos. Esto a partir de mejoras simples (por ejemplo, coordinación de horarios con los Líderes de cada línea de producción en la planta para mejorar la eficiencia de cargue de indicadores), hasta mejoras en los archivos con la implementación de macros en Excel y otras herramientas básicas adquiridas a partir de las competencias informáticas requeridas en la universidad.

- Los resultados que surgieron a partir de proyectos de mejora para la empresa tuvieron una gran aceptación y un reconocimiento de valor agregado por parte de los directivos y coordinadores de la empresa. Para estos se aplicaron conocimientos directos obtenidos en los diferentes cursos de la carrera (Diseño en CAD, procesos de manufactura, automatización, electrónica, oleoneumática, robótica, diseño mecatrónico e introducción a la ingeniería automotriz).

- Dos de los resultados a resaltar son:
 - **Diseño de férula para eje homocinético:** Debido a un problema en la manipulación en el montaje en vehículo por parte de uno de los clientes, se diseñó en conjunto con los otros practicantes una férula que evita que una de las piezas internas del lado móvil del eje se salga de su carril. Esto se realizó como ayuda para el cliente en el ensamble en la caja del vehículo. El proyecto se llevó a cabo en diferentes etapas de diseño, donde se realizaron varios prototipos funcionales variando la forma y los materiales implementados, teniendo como criterios: la funcionalidad, la durabilidad y el costo. Este proyecto tuvo una fase de pruebas con el cliente, el cual aprobó con algunas correcciones que fueron realizadas ya para la próxima puesta en marcha.

 - **Diseño de la máquina empacadora:** El proyecto principal de la práctica consistió en el diseño de una máquina de empaque automático para kit de bota tanto para lado rueda como lado caja. Los resultados brindados a la empresa lograron las expectativas, alcanzando un incremento en producción y productividad por encima del 80% (obtenido a partir del análisis de tiempos para el

proceso manual y la simulación de la máquina). Además de esto, se evita un proceso de empaque no ergonómico que actualmente se emplea para realizar esta tarea.

5. CONCLUSIONES

La práctica académica realizada aportó al desarrollo de las capacidades profesionales, obteniendo así una mejora en el perfil laboral gracias al cumplimiento de deberes como empleado, al cumplimiento de horarios y a la iniciativa para la mejora continua de la empresa que se cultiva en una empresa como Transejes Colombia. El trabajo en equipo se destacó como una de las principales cualidades de trabajo, así como también se logró la mejora en aspectos que previamente no eran tan fuertes como la presentación profesional de un proyecto (a nivel industrial). Las relaciones interpersonales se manejaron de manera positiva con todos los empleados con los que se interactuó, ya sea directamente en deberes laborales, como en actividades sociales patrocinadas por la empresa.

En el ámbito de ingeniería, se obtuvieron grandes aportes a nivel integral al tener que llevar a cabo proyectos y actividades afines a la ingeniería Mecatrónica, por lo que se incrementó las capacidades generales para el desarrollo en ingeniería en una empresa. Del mismo modo, los conocimientos técnicos se incrementaron con la ayuda de los ingenieros mecánicos, electrónicos y mecatrónicos que se encontraban laborando como parte de las áreas soportes de la empresa (mantenimiento, procesos, ingeniería de producto, manufactura, calidad, entre otros).

Los saberes aprendidos durante la carrera permitieron el desarrollo competente de las actividades en la empresa, de modo que se refleja el buen esfuerzo de los profesores y directivos de la carrera que dan su mejor aporte a los estudiantes para lograr ingenieros profesionales de alta calidad. Es por esto que en la empresa el buen nombre de la universidad se mantiene para futuras opciones tanto laborales para egresados como para futuros practicantes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] METALINSPEC. Pruebas Mecánicas. [En línea]. <<https://www.metalinspeclaboratorios.com.mx/pruebas/pruebas-mecanicas>> [Citado el 8 de febrero de 2019]
- [2] METALINSPEC. Pruebas Metalográficas. [En línea]. <<https://www.metalinspeclaboratorios.com.mx/pruebas/pruebas-metalograficas>> [Citado el 8 de febrero de 2019]
- [3] SCI CONTROL & INSPECCIÓN. Ensayos por partículas magnéticas. [En línea]. <<https://scisa.es/ensayos-no-destructivos-y-laboratorio-metalurgico/ensayos-no-destructivos/inspeccion-por-particulas-magneticas/>> [Citado el 8 de febrero de 2019]
- [4] AUTODOC. ¿Por qué patina el embrague? [En línea]. <<https://www.autodoc.es/info/por-que-patina-el-embrague>> [Citado el 8 de febrero de 2019]
- [5] MECANIZADOS SINC. Mecanizado de piezas mediante el acabado rectificado. [En línea]. <<https://www.mecanizadossinc.com/mecanizado-piezas-acabado-rectificado/>> [Citado el 9 de febrero de 2019]
- [6] QUIMINET. ¿Qué es el proceso de rolado? [En línea]. <<https://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-proceso-de-rolado-2555669.htm>> [Citado el 9 de febrero de 2019]
- [7] IMH CENTRO AVANZADO DE FABRICACIÓN. Brochado. [En línea]. <<http://www.imh.eus/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/introduccion-a-los-procesos-de-fabricacion/conformacion-por-mecanizado/mecanizado-por-arranque-de-viruta/brochado>> [Citado el 9 de febrero de 2019]
- [8] K. HODSON, William. Maynard: Manual del Ingeniero Industrial Tomo II., 4 ed., México, Mac Graw Hill, 2001

[9] GUTIÉRREZ GARZA, Gustavo. Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones., 5 ed., México, Ediciones Castillo S. A. de C. V., 2000

[10] AVIX. Avix Overview. [En línea]. <<https://www.avix.eu/en/areas-of-use/avix-overview/>> [Citado el 10 de febrero de 2019]

ANEXO A: PLANOS REALIZADOS PARA LA EMPRESA

A continuación, se incluyen los planos de despiece del diseño realizado para la empresa, con el fin de automatizar el proceso de empaque de kits de botas para lado caja y lado rueda en ventas AFM:

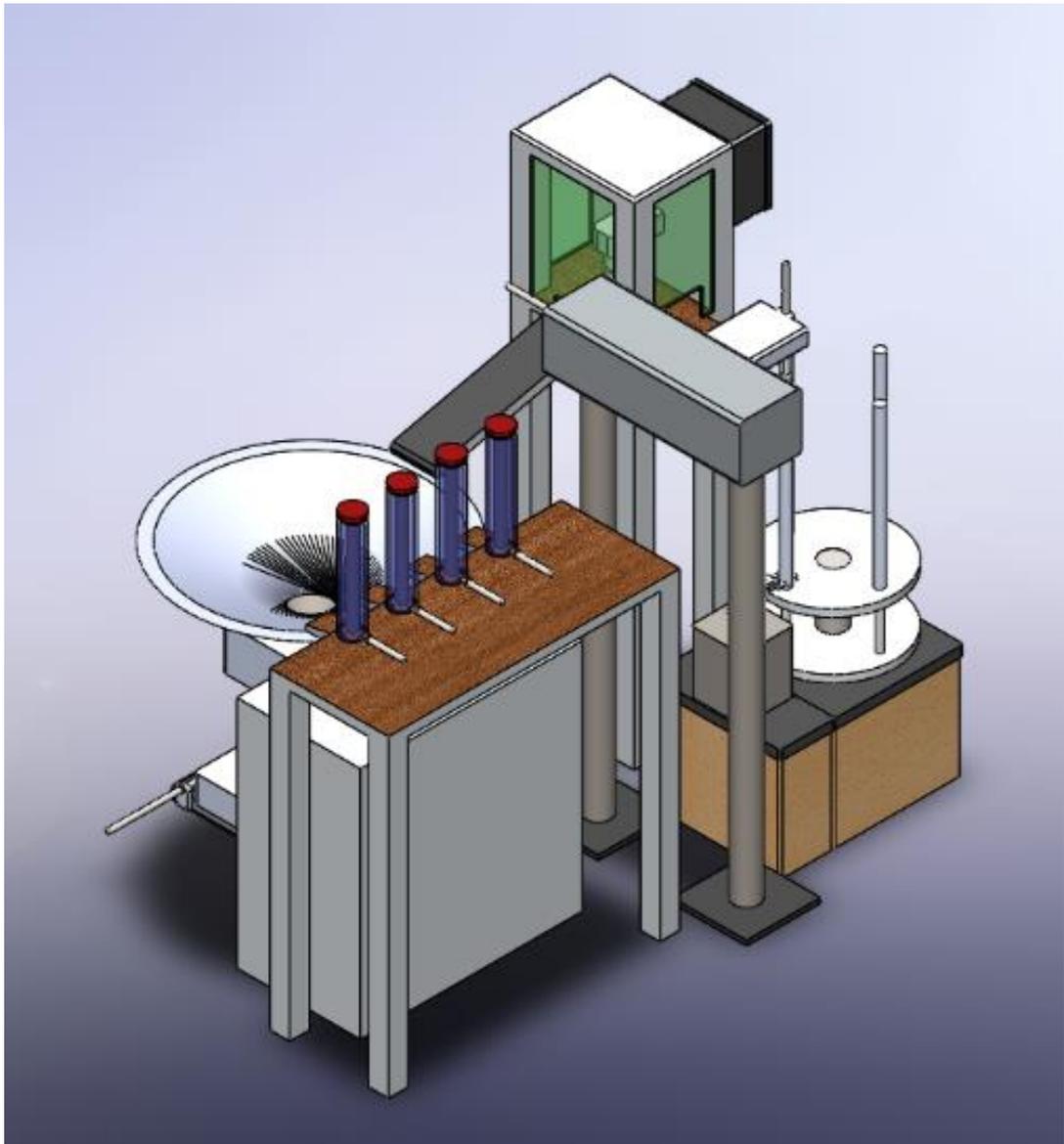


Figura A1: Vista isométrica del diseño 3D

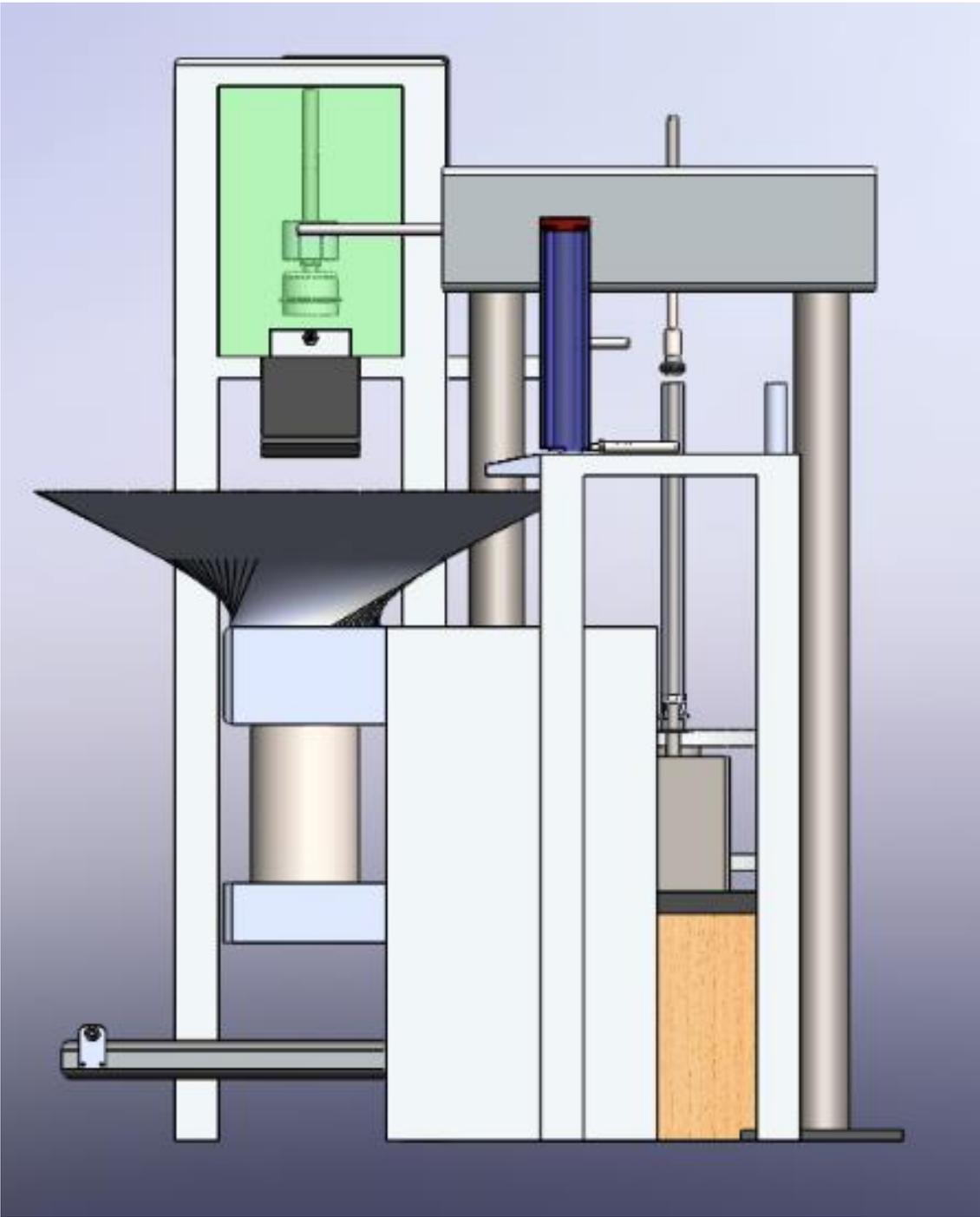


Figura A2: Vista frontal del diseño 3D

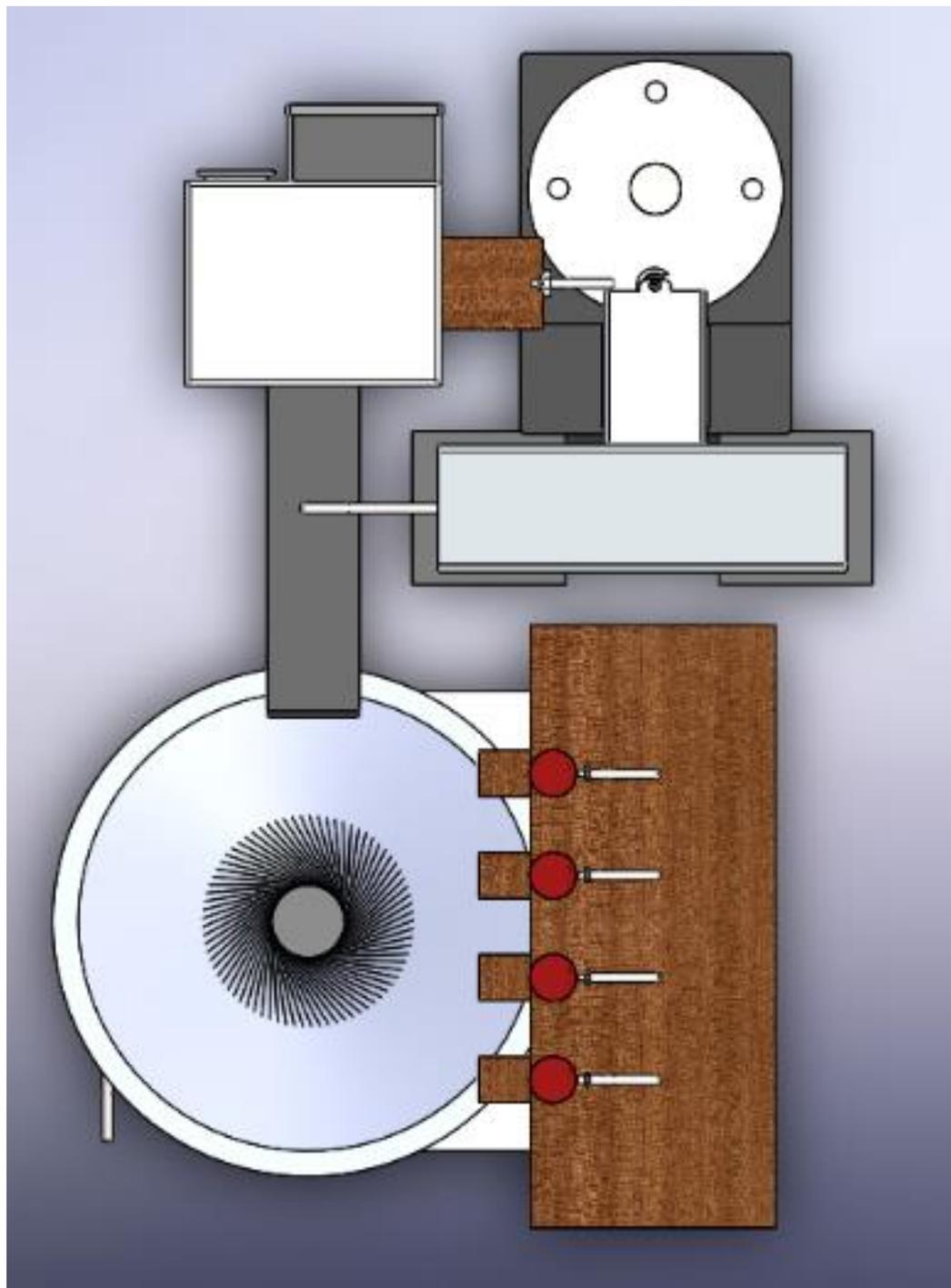


Figura A3: Vista superior del diseño 3D

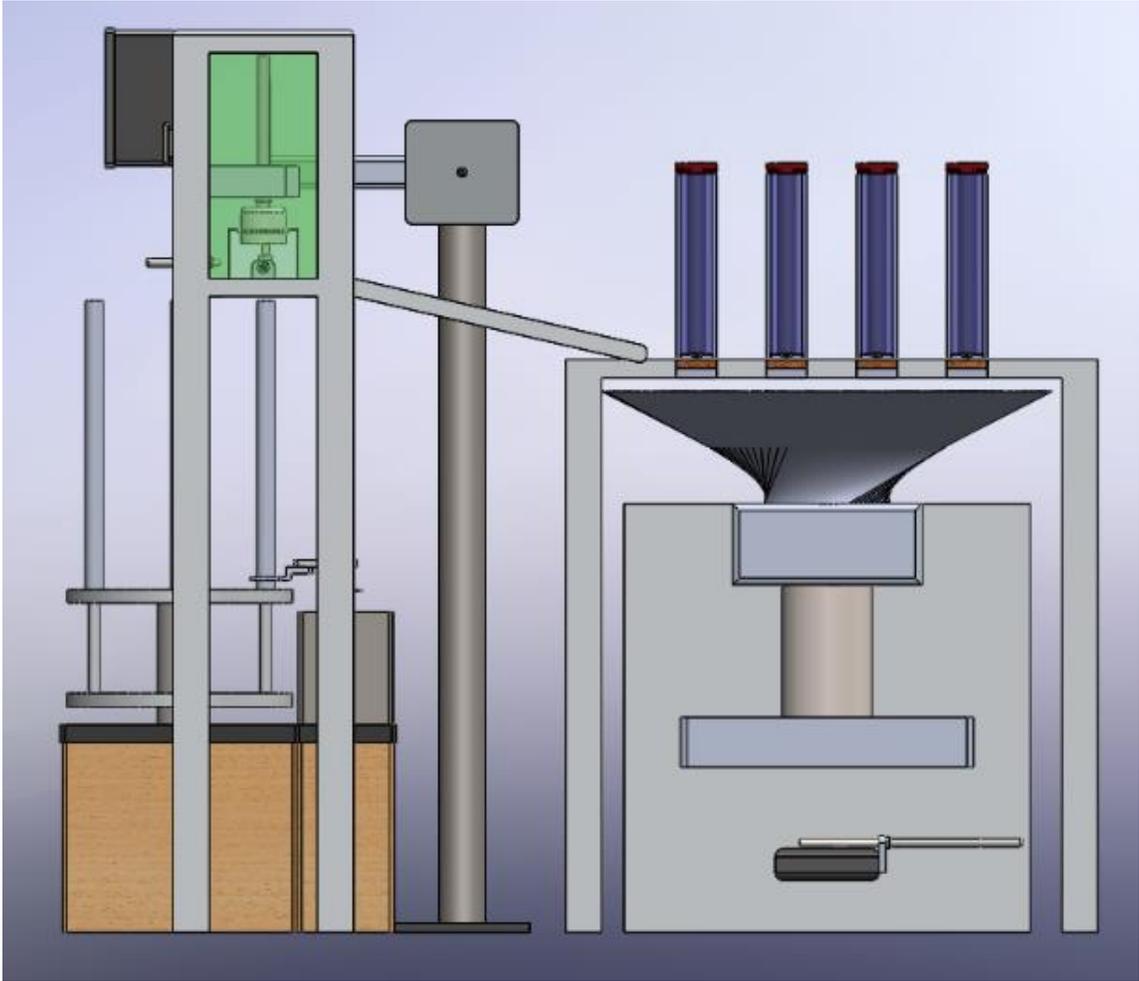


Figura A4: Vista lateral del diseño 3D

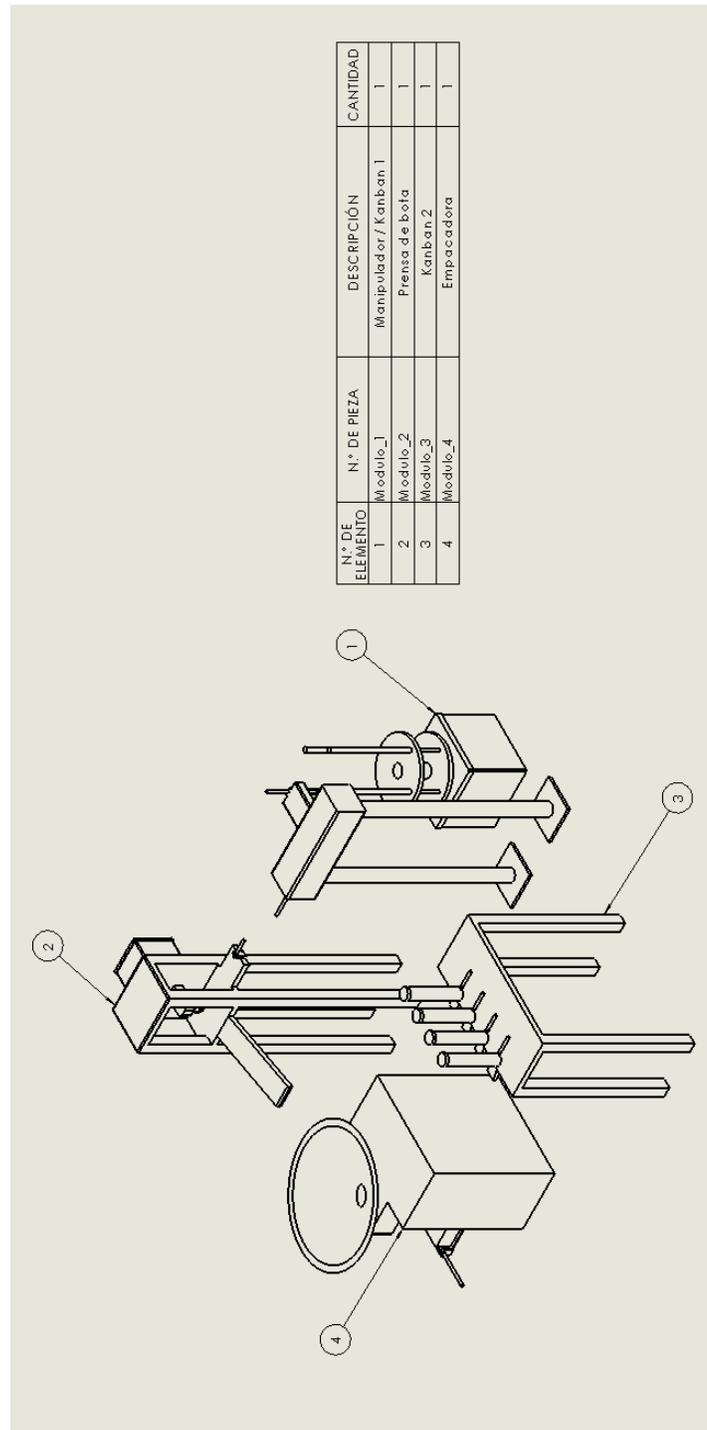


Figura A5: Plano de despiece por módulos del proyecto

Nota: Por cuestiones de confidencialidad, no se incluyen las dimensiones ni los planos a detalle del proyecto.