

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

RETO DE INNOVACIÓN

FORJAS BOLÍVAR S.A.S.

César Luis Alzate Suárez

Ingeniería Mecatrónica

Dirigido por:

Luz Adriana Trejos Grisales

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2019

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este trabajo presenta los diferentes retos que el aprendiz enfrentó durante sus prácticas profesionales en FORJAS BOLÍVAR S.A.S.; estos incluyen Single-Minute Exchange of Die (SMED), diseños, construcción de prototipos, metodologías de diseño de un producto, seguimiento de un proceso de producción y productos nuevos, cuantificación de un proyecto o producto con sus tasas de retorno (ROI), monitoreo de productos innovadores, desarrollo de proveedores, implementación de metodologías de lean six sigma, investigación de la competencia en el ámbito del desarrollo de la empresa y ser parte del programa “innovamos”, el cuál incentiva a los empleados a innovar como parte del crecimiento continuo de la empresa.

Palabras clave: SMED, diseños, prototipos, metodologías, tasa de retorno (ROI), innovación, investigación, lean six sigma.

ABSTRACT

This work presents the different challenges that the apprentice faced during his professional practices in FORJAS BOLÍVAR S.A.S .; these include Single-Minute Exchange of Die (SMED), designs, prototype construction, product design methodologies, monitoring of a production process and new products, quantification of a project or product with its return rates (ROI), monitoring of innovative products, development of suppliers, implementation of lean six sigma methodologies, research of the competence in the field of the development of the company and being part of the “innovamos”, program which encourages employees to innovate as part of the continuous growth of the company.

Key words: SMED, designs, prototype, methodologies, return rates, innovation, research, lean six sigma.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Antes que nada, agradezco a Dios porque me ha acompañado en cada paso que he dado, él es mi guía eterno, el que coloca los peldaños de mi vida entregándome todos sus frutos y dones para ser cada día mejor persona, así entregarme a lo que amo hacer y dar lo mejor de mí siempre.

A mi padre Luis Carlos Alzate Correa, porque trabajo horas y horas para darme el estudio, verme crecer como un hombre bueno, echado para adelante, que lucha con esmero por sus sueños, por patrocinarme en los proyectos que me hicieron afianzar mis conocimientos en la carrera, por los consejos y el amor incondicional que me da cada día.

A mi madre Imelda Suárez Parra, porque se levantó todos los días a prepararme la coca que me dio fuerzas para aguantar la intensidad horaria en la universidad y las prácticas profesionales, porque me llenó de valores, me inculcó siempre a Dios como mi protector, por el amor incondicional, por los consejos, y por ser un ejemplo a seguir.

De igual modo a mi hermana Laura por ayudarme cuando lo necesitaba.

Agradezco infinitamente a mi novia Perla Esmeralda Areiza Villada, mi dulce embeleso y el amor de mi vida, por apoyarme siempre, por ser mi pilar, por sus grandes consejos, por seguir a mi lado inclusive cuando estuve de intercambio en México, el cuál fue una experiencia grata que me hizo ver el mundo desde otra perspectiva, por ayudarme a ser más paciente y mejor hombre.

También quiero expresar mi mayor gratitud a todas las personas que aportaron un granito de arena para que yo culminara de la mejor manera mi carrera universitaria, y que han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a la profesora Luz Adriana Trejos Grisales, asesora de prácticas, por su dedicación, orientación, tiempo y el acompañamiento para finalizarlo con éxito.

A mis profesores quienes aman su profesión y compartieron su conocimiento para la formación de nuevos profesionales, en especial a Wimar Alberto Moreno Silva que fue mi docente preferido por su conocimiento, por su humanidad y por su sabia perspectiva de la vida, él me enseñó lo que es vivir sin ataduras, a ser disciplinado para alcanzar lo que quiero

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

en mi vida, me enseñó amar la literatura, la naturaleza aún más y por su puesto la mecatrónica.

A mi mejor amigo Juan Sebastián Durango Mora, fue un apoyo incondicional durante la carrera, lo conocí desde el segundo semestre, desde ese momento me acompañó siempre, me aconsejó, se aguantó mis bromas e hicimos proyectos juntos que nos llenaron de nuevos conocimientos durante mi formación universitaria, inclusive fue mi confidente cuando más lo necesité, y me regañaba por lo que no estaba bien hecho.

Por último, agradezco a FORJAS BOLÍVAR S.A.S. y sus integrantes por darme la oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo, enseñarme el mundo laboral, abrir las puertas al conocimiento que durante 50 años han desarrollado y gracias por dejar compartir el conocimiento que el aprendiz ha adquirido durante su proceso en la academia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

SMED	Single-Minute Exchange of Die
LSS	Lean Six Sigma
I + D + i	Ingeniería, Desarrollo, innovación
MRST	Monitoreo Remoto de Sistemas de Transporte
ST6	Solid Edge ST6
FB	Forjas Bolívar S.A.S.
DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar
TPM	Mantenimiento productivo total
5'S	Clasificación (整理 - Seiri), Orden (整頓 - Seiton), Limpieza (清掃 - Seiso), Estandarización (清潔 - Seiketsu), Disciplina (躰 - Shitsuke)
mm	Milímetros
ROI	Return on investment – Retorno sobre la inversión
kgf	Kilogramos fuerza
kW	Kilo Watts

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
1.1.	Objetivo general	9
1.2.	Objetivos específicos	9
1.3.	Justificación de la práctica	10
2.	MARCO TEÓRICO	11
3.	METODOLOGÍA.....	19
3.1.	SMED Forjadora #25	19
3.1.1.	Hacer un análisis del método actual de alistamiento de moldes en Forjas Bolívar para caracterizar el proceso.	19
3.1.2.	Investigar los métodos de sujeción de moldes de forjas que se han desarrollado para la industria metalmecánica.	23
3.2.	Monitoreo remoto de sistemas de transporte	26
3.2.1.	ACTIVIDADES EN EJECUCIÓN	27
3.3.	Diseño, prototipado y fabricación de productos nuevos	29
3.4.	Introducción de equipos nuevos a Forjas Bolívar S.A.S.	36
3.4.1.	Mesas Magnéticas	36
3.4.2.	Escáner 3D	42
3.5.	Programa Innovamos.....	43
3.6.	Investigaciones en curso.....	47
3.7.	Plan de innovación 2019 (ver tabla 19)	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1.	SMED Forjadora #25	49
4.2.	Monitoreo remoto de sistemas de transporte	51
4.3.	Diseño, prototipado y fabricación de productos nuevos	56
4.4.	Introducción de equipos nuevos a Forjas Bolívar S.A.S.	65
4.4.1.	Resultados obtenidos Mesas magnéticas:.....	65
4.4.2.	Resultados obtenidos Escáner 3D:	65
4.5.	Programa Innovamos.....	66
4.5.1.	Resultado informe 2018 del programa innovamos:	66

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.6.	Investigaciones en curso.....	71
4.7.	Plan de innovación 2019.....	71
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	72
5.1.	Conclusiones	72
5.2.	Recomendaciones.....	73
5.3.	Trabajo futuro.....	74
	REFERENCIAS	75
	ANEXOS.....	78
	Anexo A. Listado de escáneres 3d referenciados.....	78
	Anexo B. Actas de reunión forjadora #25.....	82

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

La innovación es uno de los pilares que hoy en día una empresa debe tener para alcanzar metas en un futuro más avanzado, este es un lugar para investigadores, curiosos y visionarios por el conocimiento, personas hambrientas por crear y profundizar en temas que otros por sus labores diarias no poseen el tiempo o la capacitación para hacerlo, Forjas Bolívar S.A.S. apuesta por ser un empresa innovadora, con sus productos de alta calidad, ellos están ubicados en el sector industrial y metalmecánico, son seguidores de fabricantes en el área de transportadores de materia prima focalizándose en la industria cementera y de ingenios azucareros; esta agencia brinda soluciones personalizadas para este sector tomando el ejemplo de pioneros que comenzaron investigando y solucionando problemáticas en esa industria, por ello, hoy en día buscan fortalecer su portafolio de productos generando nuevas oportunidades de negocio con ideales innovadores, mejorando sus estándares de calidad y certificando sus procesos actuales para dar frente con mayor fuerza a la competencia. Además, proporcionan a sus clientes para fortalecer vínculos la disponibilidad de cada empleado en la compañía, generando confiabilidad y acompañamiento técnico continuo.

Debido a ello, surge la necesidad de hacer crecer el departamento de innovación con sangre joven y nueva, allí es donde entra la labor del practicante, que, con sus conocimientos puede aportar un nuevo aire a este proceso de crecimiento continuo.

Su labor principal es usar la técnica SMED extraída de Lean Six Sigma analizando la viabilidad de mejorar los tiempos de alistamiento de la máquina forjadora #25 de la empresa, que se encarga de realizar los elementos de sujeción que hacen parte de los equipos que transporta la materia prima, además tiene la capacidad de fabricación a exigencias del cliente con diferentes especificaciones proporcionadas por él mismo; adicionalmente, sus labores como practicante, son dar apoyo en todos los temas de innovación que la empresa visiona desarrollar.

Por otra parte, durante el proceso el practicante asumió el rol de líder de innovación en la empresa debido a la renuncia del encargado de esta responsabilidad, por ello, temas como desarrollo de proveedores, integración de nuevos equipos, monitoreo de productos y procesos en la empresa, seguimiento y creación de proyectos nuevos, diseño y construcción de prototipos, investigación, crecimiento de la iniciativa “innovamos” y toma de decisiones

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

respecto a un comité que evalúa los progresos y avances en el área I + D + i quedaron como su responsabilidad adicional.

1.1. Objetivo general

Apoyar las actividades correspondientes al área de innovación en Forjas Bolívar S.A.S. usando las habilidades, conocimientos y competencias adquiridos por el aprendiz en la academia.

1.2. Objetivos específicos

- Definir un plan de innovación acorde a los requerimientos de la empresa.
- Programar y monitorear la ejecución de diseños con las actividades pertinentes para la fabricación de productos nuevos o prototipos.
- Identificar proveedores que aporten a la adquisición de equipos y/o productos nuevos que generen un impacto innovador a la empresa.
- Definir una metodología para la generación de informes del sistema de MRST para realizar correcciones y/o intervenciones, de ésta manera, acelerar la puesta a punto del proyecto que se encuentra en prueba piloto.
- Desarrollar una metodología para determinar la causa raíz de los bajos tiempos de alistamiento de la forjadora horizontal #25 de la agencia que incluya un plan de mejoramiento.
- Identificar las técnicas y metodologías de LSS con el fin de ser implementadas en el programa “innovamos” que la empresa tiene, de ésta manera, fortalecer el seguimiento de proyectos innovadores que el programa desarrolla.
- Estudiar la viabilidad de implementar avances tecnológicos de la actualidad y asesorar a la agencia sobre las aplicaciones de los mismos en comparativa con sus procesos actuales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.3. Justificación de la práctica

Las prácticas profesionales son el espacio indicado para que un estudiante encuentre su perfil profesional, defina su principal preocupación, ¿seré lo suficientemente bueno?, y afiance todos los conocimientos aprendidos; en este lugar el reto del practicante será diario y su sistema de valores se verá reflejado en cada acción que toma, el enfrentarse a un mundo laboral nuevo, al salir de su zona de confort, estando siempre en la búsqueda de ser cada día mejor, estar a la altura del reto e interactuar con personas nuevas, las cuales ayudarán a mejorar el nivel de comunicación actual que ha llevado durante su carrera profesional.

Por otra parte, las prácticas profesionales en FB, han sido de gran motivación para el practicante, ya que ha tenido buenos comentarios de sus jefes y colaboradores, han permitido integrar los conocimientos adquiridos en la universidad, ya que esta escuela de la vida nos prepara para tomar decisiones importantes, trabajar bajo presión, manejar relaciones interpersonales adecuadamente, además, hace que el aprendiz se enfrente, tenga un panorama sobre la mecatrónica en las empresas de hoy en día y dimensionar hasta donde se puede llegar aplicando cada recurso que esta carrera le proporcionó, adicionalmente, es una oportunidad grande para fomentar el liderazgo dentro de un equipo de trabajo dedicado a convivir con personas de diferente carácter y estilos de comunicación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

- Innovación:

Una innovación es la introducción al uso de un producto (bien o servicio) o de un proceso nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo. Para que haya innovación hace falta como mínimo, que el producto, el proceso, el método de comercialización o método de organización sean nuevos (o significativamente mejorados) para la empresa.

Las actividades innovadoras se corresponden a todas las operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o que tienen por objeto conducir a la introducción de innovaciones, Algunas de estas actividades son innovadoras en sí mismas, otras no son nuevas, pero son necesarias para la introducción de innovaciones. Las actividades de innovación incluyen también a las I+D que no están directamente vinculadas a la de introducción de una innovación particular. Se debe considerar la innovación como un proceso continuo, sustentado en una metodología que genere conocimiento, el aprovechamiento de nuevas tecnologías, o la generación de oportunidades de innovación. (Colciencias, 2019)

- Lean Six Sigma:

Lean Six Sigma (LSS) es una metodología que en la actualidad tiene un impacto importante en la mejora de procesos para hacer frente a los problemas que enfrentan las empresas y organizaciones. Por tal motivo, la aplicación de esta metodología ha incluido tanto compañías multinacionales, como pequeñas y medianas empresas con el objetivo de optimizar sus recursos, agregar valor y reducir los tiempos y costos de las actividades propias de cada organización y compañía para incrementar la satisfacción del cliente. (Sofía Presa García – PMI Madrid, 2016).

- SMED:

El SMED es un acrónimo en lengua inglesa Single Minute Exchange of Die, que significa cambio de troqueles en menos de diez minutos. El SMED se desarrolló originalmente para mejorar los cambios de troquel de las prensas, pero sus principios y metodología se aplican a las preparaciones de toda clase de máquinas. El tiempo de cambio de una serie u orden de fabricación comienza cuando se acaba la última pieza de una serie y termina cuando se obtiene una pieza libre de defectos de la siguiente serie. Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas. Será más fácil recordarlo en términos de la siguiente ecuación (fig. 1): (mtmingenieros, 2017).

$$\text{Tiempo de preparación} = \text{tiempo de preparación interna} + \text{tiempo de preparación externa} \quad (1)$$

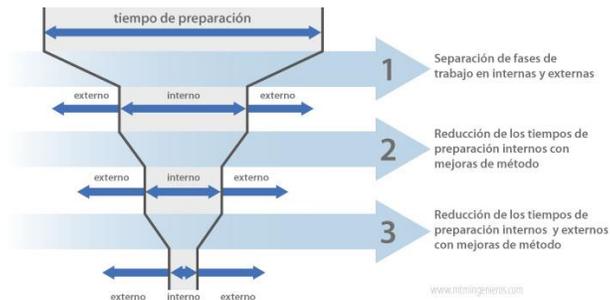


Figura 1. Ecuación del ciclo SMED, extraído de: <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>.

- TPM:

El TPM es considerado como un sistema en mejora de la capacidad productiva de las instalaciones desarrollado a partir del concepto de mantenimiento preventivo. Se basa en la filosofía en que la mejora de los equipos debe involucrara todo el personal. (Humberto Álvarez Laverde, 2009).

- 5'S:

La metodología de las 5'S de: Clasificación (整理 - Seiri), Orden (整頓 - Seiton), Limpieza (清掃 - Seiso), Estandarización (清潔 - Seiketsu), Disciplina (躰 - Shitsuke) se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5'S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra ese (s). (Ingeniería industrial online, 2016).

- DMAIC:

DMAIC se refiere a una estrategia de calidad basada en datos para mejorar los procesos, y es una parte integral de la Iniciativa de Calidad Six Sigma de la compañía. DMAIC es un acrónimo de cinco fases interconectadas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. (Kisten Terry, 2008).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Forjar:

La forja es un proceso de fabricación en el que el metal se presiona, golpea o aprieta bajo gran presión en piezas de alta resistencia conocidas como forjados. El proceso se realiza normalmente (pero no siempre) en caliente al precalentar el metal a una temperatura deseada antes de trabajar. Es importante tener en cuenta que el proceso de forjado es completamente diferente del proceso de fundición (o fundición), ya que el metal utilizado para hacer piezas forjadas nunca se funde ni se vierte (como en el proceso de fundición). (FIA, Forging Industry Association, 2019).



Figura 2. Ilustración de elementos forjados, extraído de:
http://www.euroforge.org/fileadmin/user_upload/eLibrary/Hot_Forging_On_Horizontal_Multi-Stage-Presses_Seissenschmidt_2007.pdf.

- Prensa Horizontal:

Las prensas horizontales de múltiples etapas consisten de una base de máquina que generalmente se ha fundido en una pieza. El carnero de la prensa es accionado dentro de la base de la máquina por medio de un cigüeñal y una biela, y ejecuta un movimiento horizontal oscilante. Estos trabajan en conjunto con las herramientas fijadas al carnero, son en su mayoría punzones y son retenidos por un accesorio adecuado para sujetar herramientas durante varias etapas de forja (fig. 4). Tres a cuatro etapas de forjado son habituales en las prensas de forjado en caliente. Dependiendo de la geometría dada de la pieza. (Günther Meßmer, Stephan Huber, 2006).

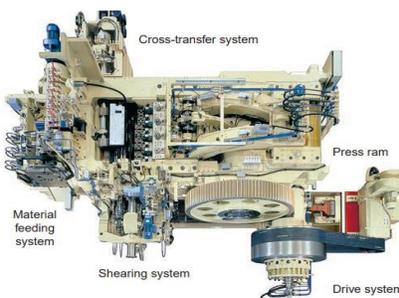


Figura 3. Ilustración Forjadora Horizontal, extraído de:
http://www.euroforge.org/fileadmin/user_upload/eLibrary/Hot_Forging_On_Horizontal_Multi-Stage-Presses_Seissenschmidt_2007.pdf.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

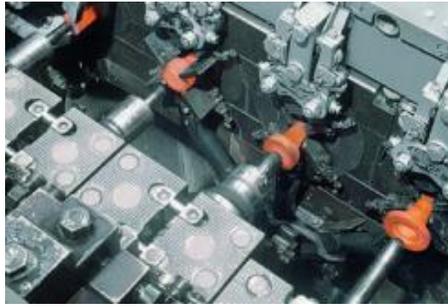


Figura 4. Ilustración forja de múltiples etapas, extraído de:
http://www.euroforge.org/fileadmin/user_upload/eLibrary/Hot_Forging_On_Horizontal_Multi-Stage-Presses_Seissenschmidt_2007.pdf.

- PLC:

Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos.

También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal. Estos controladores son utilizados en ambientes industriales donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, para responder en tiempo real. (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos, NEMA, 1968).



Figura 5. Ilustración de autómeta programable (PLC), extraído de:
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>.

- Sensor:

Un sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud. Esto se realiza en tres fases:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.

- La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.

- El sensor dispone de una circuitería que transforma y/o amplifica la tensión de salida, la cual pasa a un conversor A/D, conectado a un PC. El convertidor A/D transforma la señal de tensión continua en una señal discreta. (Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad Valladolid, 2016).

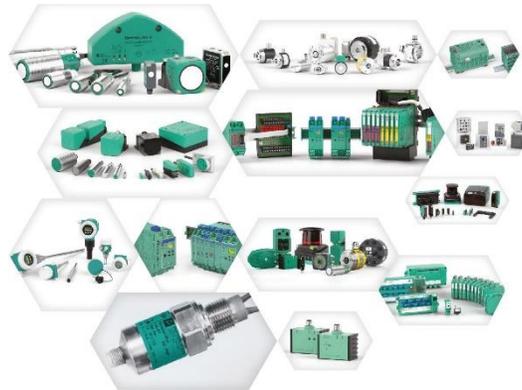


Figura 6. Ilustración de sensores, extraído de: <https://celtronic.es/catalogo/pepperl-fuchs>.

- Multímetro digital:

Un multímetro digital (DMM) es una herramienta de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios). Es una herramienta de diagnóstico estándar para los técnicos de las industrias eléctricas y electrónicas. (Real Academia Española, 2018).



Figura 7. Ilustración multímetro digital DMG 610, extraído de: http://lovatoelektrik.com/HandlerDoc.ashx?s=i411EGB06_14.pdf&ic=110.

- Estación de trabajo de computo: En informática una estación de trabajo (en inglés workstation) es un computador de altas prestaciones destinado para trabajo técnico o científico.



Figura 8. Estación de trabajo DELL, extraído de: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/products/devices-systems/desktops/workstations/dell-precision-3420-H30381916.html>.

- SCADA:

SCADA proviene de las siglas de Supervisory Control And Data Acquisition (Adquisición de datos y supervisión de control). Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Proporciona información del proceso a diversos usuarios: operadores, supervisores de control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. (Universidad de Córdoba, Carlos de Castro Lozano, 2014).

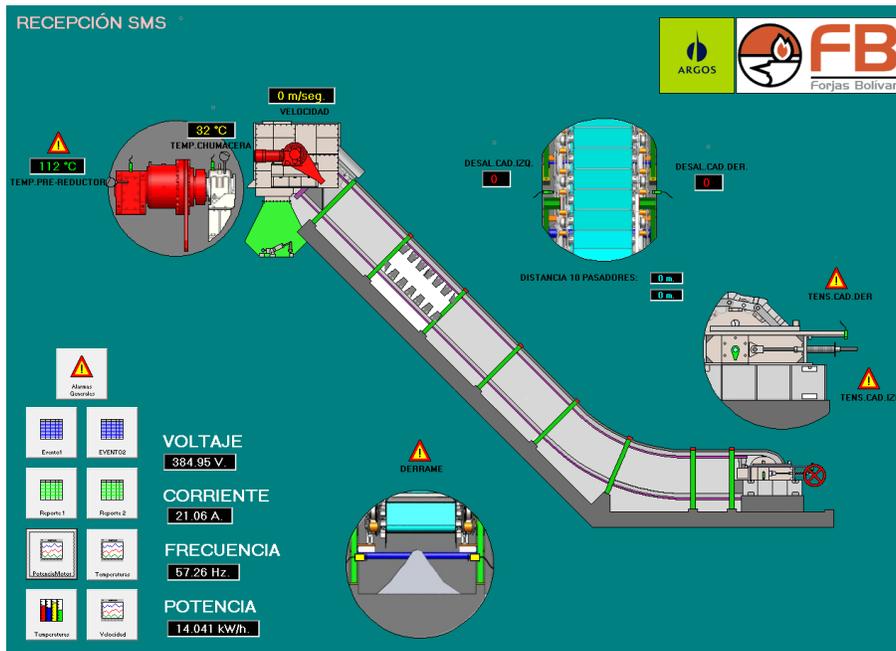


Figura 9. Captura de pantalla de SCADA Forjas Bolívar S.A.S., extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Polietileno:

El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva (CH₂-CH₂)_n. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química CH₂=CH₂ y llamado eteno por la IUPAC), del que deriva su nombre. (Wikipedia, 2019).



Figura 10. Ilustración fotográfica de material polietileno usado en FB., fotografía tomada como evidencia por el aprendiz, extraído de: Teléfono celular Huawei modelo Ascend P7.

- Excel:

Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo. (Julián Pérez Porto, Ana Gardey, 2009).

- Potencia eléctrica:

La potencia eléctrica es la relación de transferencia de energía por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La potencia eléctrica determina la velocidad a la cual se consume o se suministra energía en los circuitos eléctricos y electrónicos. La unidad para potencia es el watt (W) que representa un suministro de energía de un joule por segundo (J/S). Por ley de ohm para un motor la velocidad se determina de la siguiente manera. (J. Quintana, 2007).

$$P = V * I * \cos(\theta) * \sqrt{3} \quad (2)$$

P = Potencia, V = Voltaje, I = Corriente.

- Velocidad:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La velocidad es una magnitud vectorial y, como tal, se representa mediante flechas que indican la dirección y sentido del movimiento que sigue un cuerpo y cuya longitud representa el valor numérico o módulo de la misma. Depende del desplazamiento, es decir, de los puntos inicial y final del movimiento, y no como la rapidez, que depende directamente de la trayectoria. (Físicalab.com, 2018).

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad (3)$$

V = Velocidad, Δd = Cambio de desplazamiento, Δt = Cambio en el tiempo.

- Corriente eléctrica:

La corriente eléctrica por definición está constituida por las cargas que se mueven en el interior de un conductor. Por ley de ohm se define que es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica. (J. Quintana, 2007).

$$I = V/R \quad (4)$$

I = Corriente, V = Voltaje, R = Resistencia.

- Solid Edge:

Solid Edge® es una versión innovadora que ofrece un nuevo paradigma de modelado que combina la velocidad y la flexibilidad del modelado explícito con el control y la previsibilidad del diseño parametrizado. Ya sea un usuario ocasional o un usuario experto, Solid Edge le permitirá innovar más rápidamente que la competencia. Además, Solid Edge es el sistema CAD en 2D/3D basado en operaciones más completo que se encuentra disponible en el mercado actual. Combina la velocidad y la flexibilidad del modelado directo con el control preciso del diseño controlado mediante cotas para proporcionar la experiencia en diseño más rápida y flexible posible. (Grupo SAE, 2018).

- Teléfono celular Huawei Ascend P7:

Dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 13. Teléfono celular Huawei Ascend P7, extraído de:
<https://elcomercio.pe/tecnologia/moviles/evaluamos-ascend-p7-huawei-306811>

3. METODOLOGÍA

3.1. SMED Forjadora #25

En este apartado el aprendiz generó su propio cronograma de trabajo y realizó las siguientes actividades en las cuales involucra análisis de la técnica SMED, extraída de LSS:

- Hacer un análisis del método actual de alistamiento de moldes en Forjas Bolívar para caracterizar el proceso.**

El acompañamiento se realizó para un montaje de un golpe (tipo de pieza). Se concluye: es la actividad más corta de montajes en la forjadora 25 ya que el alineamiento no toma casi tiempo (¿qué otras piezas se hacen con este tipo de montaje?).
- El Desmontaje se realizó por el operario (Lisímaco Ramírez), ya tenía preparado el desmontaje del “die set” móvil con el diferencial, lo sacó y lo reemplazo por el nuevo, luego hizo la misma actividad con el objeto porta macho.
- Por pericia del operador y reducción de tiempo optó por retirar el porta macho manualmente sin ayuda mecánica, es decir, se subió a la parte superior de la máquina, lo haló con su fuerza corporal, después lo descargó encima de la máquina y realizó la misma actividad para instalar el nuevo.
- Las abrazaderas (die clamp) de los porta objetos (die set) necesitan unas calzas para poder asegurar el molde, el cual hace que el operario tenga que acomodarlas para ser alineadas, y de esta manera queden sujetos correctamente los moldes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los die set siendo parte vital del proceso de forja tienen los siguientes inconvenientes:

- Gracias al desgaste van reduciendo su espesor entonces el tamaño varía, por ello el operario tienen que utilizar calzas para minimizar la desalineación que se genera a la hora de poner a punto la máquina.
- La máquina pierde alineación, es decir, no garantiza el cero o punto de referencia al montaje, esto sólo se logra si se usan calzas.

Observaciones:

- Al momento de cambiar el porta macho, es claro que es un proceso riesgoso para realizar por la posición ergonómica, altura, inestabilidad y resbalamientos (ver figura. 14), además se encuentra en un lugar mayor a 1.50 m por ende se requiere un instructivo para la manipulación a dichas alturas (curso de alturas).



Figura 14. Fotografía tomada como evidencia por el aprendiz, extraída de: Teléfono celular Huawei modelo Ascend P7 (ver fig. 13).

- Se observa que el tiempo usado al mover el die set con el diferencial manual o bandera es lento, por ello, con la información del operario se concluye que se gasta en un aproximado de 1 hora y 30 minutos realizar el desmontaje y montaje con esta herramienta.
- El sistema de sujeción del die set debe ser apretado por una llave inglesa-hechiza (ver figura. 15), se observa que en la abrazadera derecha el operario debe usar un trozo metálico adicional para completar el entre caras de la tuerca, así garantizar buena superficie de contacto para el apriete de la tuerca.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 15. Fotografía tomada como evidencia por el aprendiz, extraído de: Teléfono celular Huawei modelo Ascend P7 (ver fig. 13).

- Al momento de ensamblar los tornillos que sostienen el porta objeto del macho, se observó que la incomodidad del operario es alta y le quita tiempo vital que puede ser reducido buscando una herramienta adecuada que ayude la accesibilidad del apriete de los tornillos, hoy en día se realiza con una llave Allen (ver figura. 16).



Figura 16. Fotografía tomada como evidencia por el aprendiz, extraído de: Teléfono celular Huawei modelo Ascend P7 (ver fig. 13).

- Es muy importante que se respeten las medidas de los moldes, es decir, al momento de enviarlo al taller para rectificar, quitar abolladuras y deformaciones, es imperativo que se hagan los respectivos arreglos para que la pieza conserve el espesor inicial.
- El orden de las herramientas es de vital importancia así no se pierde tiempo buscando las herramientas adecuadas para realizar el alistamiento (ver figura. 17).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 17. Fotografía tomada como evidencia por el aprendiz, extraído de: Teléfono celular Huawei modelo Ascend (ver fig. 13)

Nota: El operario manifiesta que la uniformidad del material a forjar no siempre es la mejor por ello no se garantiza el apriete correcto a la pieza o en otros casos puede suceder que las pastillas se revienten.

Recomendaciones:

- Es recomendable disminuir el tiempo del montaje adquiriendo un diferencial eléctrico que facilite el transporte e izaje del die set.
- Adicionar un material de aporte o rediseñar las bridas con el fin de eliminar las calzas, esto eliminaría esa operación y el operario no perdería tiempo en dicho proceso.
- Es importante tener buenos herramientas y piezas de la máquina en buenas condiciones para que el trabajo se haga proactivamente.
- Se debe proceder con el área de mantenimiento con el fin de que analicen los elementos de la forjadora que se deben cambiar por su desgaste y reemplazarlos, luego hacer una alineación con el fin de mejorar el desnivel que se genera y garantizar el cero de la máquina.
- Analizar la viabilidad de un ratchet pequeño para disminuir la incomodidad y aumenta el ritmo de trabajo.
- Se debe adecuar el puesto de almacenamiento de herramientas que tiene la máquina y el operario. Esto se usa constantemente, así se mejorará el orden.
- Cambiar el método de sujeción del die-set que actualmente es con unas bridas, por un sistema de sujeción con clamps hidráulicos o elementos magnéticos.
- Clutch neumático para regular el avance al momento de hacer el montaje.
- Unificar las dos referencias de die-set (1600 y 1700) en una sola.
- Implementar una bancada móvil para facilitar el ajuste de las partes móviles del die-set.
- Redactar un procedimiento de alistamiento para cada pieza que especifique los detalles particulares de cada montaje.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Automatizar el calentamiento por inducción, corte del material y la alimentación de la máquina.
- Implementar un sistema de remoción de viruta neumático.

Tareas pendientes

- Realizar mantenimiento a la forjadora Ajax #25
- Hacer mantenimiento o fabricar die set nuevos, para no usar tantas calzas, se pierde tiempo.
- Mejorar bridas de sujeción die set con rosca rápida.
- Estandarizar dimensiones de moldes para no calzar.
- **Investigar los métodos de sujeción de moldes de forjas que se han desarrollado para la industria metalmecánica.**

Para la investigación de los métodos de sujeción, he usado internet, la asesoría del área de I+D+i (Javier Humberto Toro Ríos; me ha facilitado catálogos y libros, además me proporcionó una inducción del funcionamiento mecánico de la máquina), el operario de la forjadora 25 (Lisímaco Ramírez)

- Catálogo Hilma (Información general)
- Catálogo ROEMHELD Hilma Stark (Sistemas de sujeción y de cambio de molde de estampa)
- Catálogo ROEMHELD Group - Program Summary (Productos para la productividad)
- Sistemas de sujeción y de cambio de moldes y estampas (hidráulicos, mecánicos, electromecánicos, magnéticos)
- Más información en la librería de ROEMHELD USA

a) *Métodos de sujeción:*

Hidráulicos: Los sistemas de sujeción hidráulica ofrecen un método racional y económico para la fijación de piezas con diversos contornos geométricos y adecuados para la fabricación en serie.

- Cilindro universal de sujeción por rosca y tipo bloque.
- Simple y doble efecto.
- Cilindro de vástago hueco para uso múltiple en técnica de producción.
- Cilindro de tracción y de empuje para aplicaciones de fijación individuales.
- Garras giratorias con varias posibilidades de montaje.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Garras verticales articulada y de palanca.
- Soporte anti vibratorios y elementos de apoyo.

Accesorios: válvulas, distribuidores giratorios, unidades de conexión, generadores de presión y multiplicadores.

Neumáticos: Es un símil de la sujeción hidráulica, pero tiene diferencias como el tipo de fluido que se usa, la fuerza de sujeción es menor, es más rápido.

Mecánicos: Las sujeciones mecánicas son un método de unión, implican diferentes procesos para mantener y sostener juntas algunas piezas de forma mecánica. Esas uniones pueden someterse a esfuerzos cortantes y de tensión, y deben estar diseñadas para resistirlos. Los métodos de sujeción mecánica se dividen en dos clases principales:

- Permiten Desensamble o desmontaje: Las uniones desmontables se utilizan en caso que se pretenda separar los elementos “conectados” de forma manual o con cierta facilidad una vez montada la estructura. Por ejemplo: Sujetadores roscados (Pernos, Tornillos y Tuercas), pasadores, chavetas, cuñas, lengüetas, ejes estriados, guías.

Unión Permanente o fija: Las uniones fijas son aquellas uniones cuyos elementos de unión son imposibles de separar sin producir algún desperfecto o rotura en alguno de ellos. Por ejemplo: Remaches, soldadura, adhesivo, fricción.

Electromecánicos: Elementos de sujeción electro-mecánica para la máxima seguridad de funcionamiento, gracias a sus cualidades de autorretención mecánica. Se emplean allí donde se tiene que renunciar a la hidráulica. Todos elementos son adecuados para la primera instalación y para el montaje posterior. El resultado son tiempos de parada más cortos gracias a la minimización de los tiempos de preparación y, por lo tanto, tiempos de uso más eficaces de la máquina. La sujeción automática de útiles sin aceite en la mesa superior, soportes para chapa e instalaciones con temperaturas de ambiente máx. de 70 °C.

Magnéticos: La sujeción Magnética para moldes ahorra tiempo y dinero con respecto a otros métodos de sujeción.

Sujeción del molde Magnéticos están reemplazando rápidamente a los métodos de fijación de moldes tradicionales de todo el mundo. La inversión en el cambio de sujeción magnética se compensa rápidamente por la configuración de molde más

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

rápido y los tiempos de cambio. Requieren menos espacio en el cubo de la máquina, aumentando la capacidad de la máquina en un promedio de 20.

Además de la mejora en los tiempos de preparación, la sujeción magnética proporciona fuerza de sujeción uniforme sobre la pieza de trabajo, lo que elimina la deformación del molde para mejorar la calidad.

Características:

- Posiciona y sujeta en cuestión de minutos.
- Los sensores de proximidad aseguran la posición.
- Los controles duales de interrupción del proceso de la máquina durante el proceso por seguridad.

Beneficios:

- Ahorra 60% en preparación y tiempos muertos.
- Incrementa un 20% la capacidad de máquina.
- Aumenta su productividad con solo cambiar el método de sujeción.

Siguiendo los ítems anteriores, se creó el siguiente cronograma (ver tabla 1)

Cronograma proyecto alistamiento forjadora #25							
N°	Tema	Finalidad	Actividad	Herramienta	Fecha inicio	Fecha fin	Entregable
1	Diagnóstico del método actual	Identificar y realizar un informe del método de alistamiento actual de la forjadora # 25.	Observar y documentar detalladamente el alistamiento de la forjadora # 25	Visita a planta, observación, anotaciones	Jueves 13 de septiembre del 2018	Viernes 28 de septiembre del 2018	Informe
2	Fuentes alternas para la fabricación de moldes y referenciación de maquinaria	Contactar fabricantes de moldes que suministren nuestro proceso de forja	Consultar y contactar con fabricantes	Internet, páginas amarillas, operarios de planta, asesor externo	Martes 18 de septiembre del 2018	Viernes 5 de octubre del 2018	Citaciones a los proveedores
3	Diagnóstico Mecánico de la Máquina	Desde el área de planeación contactar con el área de mantenimiento para realizar un diagnóstico de la máquina	Contactar	Visita a planta, correo electrónico	Lunes 23 de Junio del 2018	Por definir	Informe
4	Investigación de métodos de sujeción en la forja	Recopilación de información sobre los métodos de sujeción para la forja actuales	Buscar en fuentes confiables sobre los métodos de sujeción para la forja	Catálogos, internet, asesor interno	Lunes 10 de septiembre del 2018	Martes 25 de septiembre del 2018	Resumen de la investigación
5	Análisis de la información documentada	Identificar procesos para la empresa que sean viables de ejecutar respecto a la información investigada	Seleccionar los procesos consultados que tengan mejor aplicabilidad con el proyecto	Observación, anotaciones	Lunes 1 de octubre	Lunes 15 de octubre	Reporte de información seleccionada
6	Planteamiento de las propuestas	Generar propuestas viables basadas en el análisis previo realizado	Lluvia de ideas para seleccionar propuestas aplicables al proceso de alistamiento	Anotaciones, asesorías internas, SMED.	Lunes 8 de octubre	Lunes 22 de octubre	Informe
7	Modelación y diseños de la propuesta	Realizar la modelación y diseños de las propuestas	Realizar conceptos de la propuesta con planos respectivos.	Solid Edge - Solid works, anotaciones	Martes 23 de octubre	Jueves 1 de noviembre	Presentación de resultados
8	Definir Alistamiento Bajo procedimiento estándar y referenciado en la máquina	Computar de forma rápida y efectiva un proceso de alistamiento fácil de desarrollar e identificar.	Documentar el proceso de alistamiento con indicaciones adecuadas	Visita a planta, observación, anotaciones	Jueves 1 de noviembre	Viernes 16 de noviembre	Informe

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 1. Cronograma para la forjadora #25, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Los numerales 1, 2, 4, 5 han sido las actividades desarrolladas para cumplir con el requerimiento de realizar SMED a la forjadora #25, ya que por falta de disponibilidad de la máquina no se ha cumplido con el numeral 3 del cronograma para continuar con el proceso de cambios rápidos de referencia de la máquina. Debido a ello el aprendiz, enfocó su tiempo en las demás actividades que serán enunciadas a continuación.

3.2. Monitoreo remoto de sistemas de transporte

Éste es un proyecto que se encuentra en prueba piloto; el rol principal en MRST que el practicante tiene, es determinar posibles fallas futuras debido a los datos proporcionados, es decir, es un sistema predictivo que se dio gracias a un reto de innovación que surgió desde el área de ventas, éste se desarrolló antes de que el practicante comenzara su ciclo como aprendiz, y por ello le encargaron la responsabilidad de manipular el sistema.

El practicante ha realizado descubrimientos que han ayudado a realizar correcciones en el sistema, este consta de un PLC ubicado en un transportador de Clinker en Argos Río Claro, que recibe señales de sensores, las procesa y las envía a FB por medio de mensajes de texto.

El practicante recopila información del sistema todos los días, y genera informes de los eventos sucedidos con un análisis de variables cruzadas e independientes, la solución es ofrecer a clientes los datos como su respaldo para mantener el equipo en óptimas condiciones.

Desde el comité de innovación y el equipo encargado de este proyecto, se plantearon los objetivos a seguir, estos son los siguientes:

- Desarrollar una unidad de negocio especializada en servicios de inspección y predicción de fallas en sistemas de transporte.
- Desarrollar una herramienta comercial con modelaciones o formulaciones para cadenas estándar y poder orientar al cliente de manera rápida y cercana a la realidad de las cadenas de transportadores y elevadores, tablas de Excel para cadenas de mayor rotación
- Predecir condiciones de las cadenas según estimaciones de tiempo de operación
- Diagnosticar condiciones de las cadenas con toma de información y suministro expés de datos al cliente

- Controlar y gestionar información de equipos en planta con una herramienta de fácil manejo
- Estandarizar conceptos y variables de inspección para disminuir tiempos de ejecución y presentación de informes por parte del área de ingeniería FB.
- **ACTIVIDADES EN EJECUCIÓN**

Se definieron todas las variables posibles relacionadas a los controles de medición del equipo de transporte principalmente de impacto en las cadenas, tales como: Año de instalación / horas de Trabajo / Elongación / control desgastes / Alineación / Piezas faltantes / Fisuras, allí también se evidencia gráficos que se generan al instante de realizar una nueva medición (ver tabla 2).

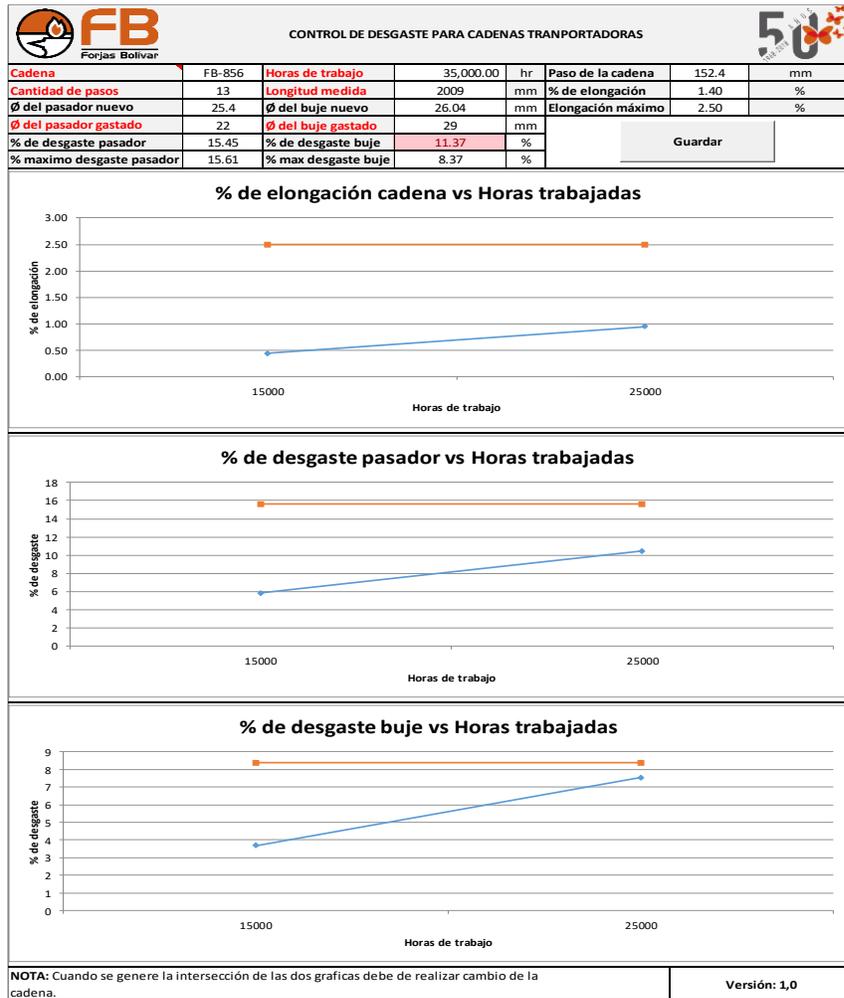


Tabla 2. Control de desgaste, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Se definieron una biblioteca de cadenas de referencia con sus respectivas variables a ser controladas. Se desarrolló herramienta de Excel que permite analizar la información y formular las respuestas estandarizadas (ver tabla 3).

Referencia		Tipo	Producto	Rueda		Sprocket		Cangilones		Lengüeta descarga		Tablilla		Estado topes		Riel	Hoja reclamadora		Desgaste Rodillos		Tensión		Elongación cadena		
				Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
FB-102B	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-111	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-110	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-833	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-856	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-857	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-864	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-984	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-994	REX	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-01	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-02	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-04	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-06	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-13	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-15	Aumund	Cadena para elevador	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-3032	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-4540	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-5544	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-6052	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-6060	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
AU-8076	Aumund	Cadena para transportadores de tablillas y cangilones	x	x			x			x			x		x			x			x			x	
FB-paso 125	Redrel	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-paso 142	Redrel	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-paso 175	Redrel	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-paso 200	Redrel	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-paso 250	Redrel	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-5157	WHX	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-6067	WHX	Cadena para transporte de arrastre																x			x			x	
FB-250		Cadenas reclamadoras	x	x														x			x			x	
FB-315		Cadenas reclamadoras samsun	x	x														x			x			x	
FB-160		Cadena alimentadora samsun																x			x			x	
FB-200		Cadena alimentadora samsun																x			x			x	

Tabla 3. Ilustración biblioteca de cadenas FB, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

El practicante desarrolló estas herramientas junto al equipo de trabajo de este proyecto, esas herramientas son muy importantes para relacionar un control adecuado y presentar un buen resumen del estado de un conductor de materia prima.

Por último, el equipo de ventas ideó un modelo de negocio para comercializar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3. Diseño, prototipado y fabricación de productos nuevos

En este apartado, se desarrollaron 3 diferentes tipos de productos que cumplen la misma función (facilitar el desplazamiento de los transportadores de materia prima), pero cada uno tiene su valor agregado y diferencias.

El primero es un elemento fabricado de polietileno de peso molecular ultra alto (PE-UHMW) en este caso su denominación comercial es TIVAR® ECO. La cuadraja es un producto nuevo que inicialmente fue ideado por el área de ventas, esto gracias a una muestra traída por uno de los asesores en una visita a los clientes actuales (No se proporcionan nombres referentes debido a petición de confidencialidad).

Esta idea fue tomando fuerza cuando la empresa comenzó con la necesidad de explorar nuevas alternativas de negocios expandiendo la capacidad de FB como un ente innovador, capaz de llevar a sus clientes productos fiables, que presenten mejoras en los procesos ingenieriles y que suplan la necesidad demandante de ser cada día más eficientes, además, aporta a el confort del cliente entregándole soluciones cada vez más versátiles.

El desarrollo de la cuadraja se hizo con un equipo de trabajo conformado por líderes de área de la compañía que aportaron su tiempo e ideas con el fin de poner en marcha esta iniciativa. De allí se extrajeron resultados convincentes, los cuales, dieron como resultado un producto final que hoy en día se encuentra en prueba piloto con dos de los clientes de la agencia. El seguimiento que se realizó es el siguiente (ver tabla 4):

METODOLOGÍA UTILIZADA	
ACTIVIDAD	COMENTARIOS
Ventas	La iniciativa nació de una referenciación del área de ventas en la planta de un cliente.
Búsqueda de proveedor	Quadrant,
Análisis de materiales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nylamid 2. Nylon 3. Tivar Eco
Material más adecuado	Tivar Eco. Debido a las propiedades mecánicas (ver figura 22) vs rentabilidad.
Llegada del material a la empresa	Quadrant inicialmente otorgó a Forjas Bolívar un bloque de material Tivar Eco para realizar pruebas.
Desarrollo del diseño	El área de innovación realizó un diseño preliminar donde el estudiante de prácticas desarrollo el diseño y planos de fabricación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Discusión sobre el diseño	Se realizaron cambios en el cuál se realizaron 5 versiones
Diseño postulado	Se realizó con requerimientos de adaptar la cuadroja a los conductores actuales para realizar la prueba piloto, además será retomado y modificado próximamente para conductores nuevos.
Realización de planos	El área de innovación se ocupó de esta labor y fueron aprobados por el asesor técnico de la empresa.
Planeación de la fabricación del producto.	Se designaron espacios y tiempos en los centros de mecanizado y taller para el desarrollo del producto.
Validación por el área de calidad.	Inicialmente seis unidades fueron terminadas, enviadas a calidad para su validación y autorización de despacho.
Despacho	Seis unidades distribuidas a dos ingenios azucareros.
Nombre nuevo	Se discutió renombrar la Cuadroja y el elegido actualmente es Cuadrecó.
Folleto publicitario	Se realizó en conjunto con el área de comunicación, un folleto informativo para aprobación de entrega
Cotización	Los proveedores Quadrant y Empaquetaduras y empaques presentaron una propuesta para la entrega del material para la fabricación de la Cuadrecó.
Se analizaros los costos	El área de innovación por medio del estudiante de prácticas realizó el análisis de costos.
Pendiente por aprobación	Presentación al comité de aprobación.

Tabla 4. Metodología usada para seguimiento de cuadroja, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Para ser más puntuales en la presentación del producto, el practicante realizó planos y simulaciones computacionales con la herramienta Solid Edge ST6, de allí se determinaron medidas finales, desarrollo de eventos con elementos finitos, y modificaciones pertinentes hasta llegar a la versión final (ver figuras 18, 19, 20, 21).

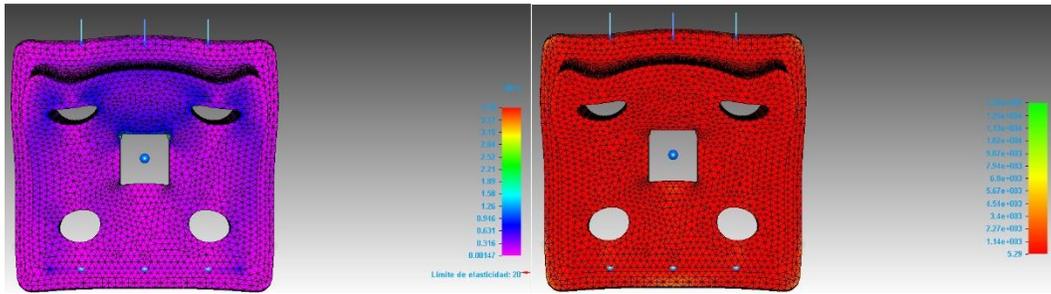


Figura 18. Captura de pantalla simulación de elementos finitos límite elástico y factor de seguridad, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

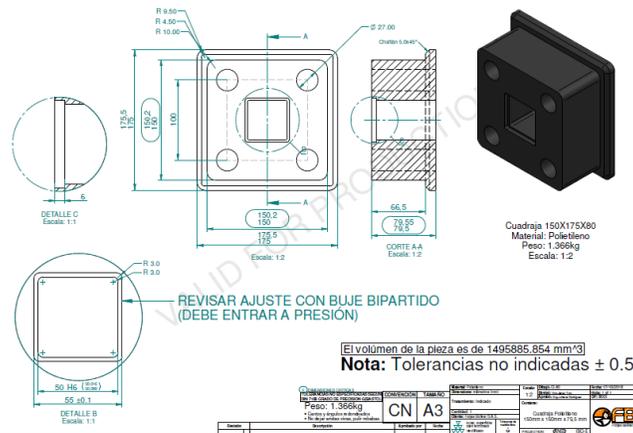


Figura 19. Planos de versión definitiva de la cuadreja, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

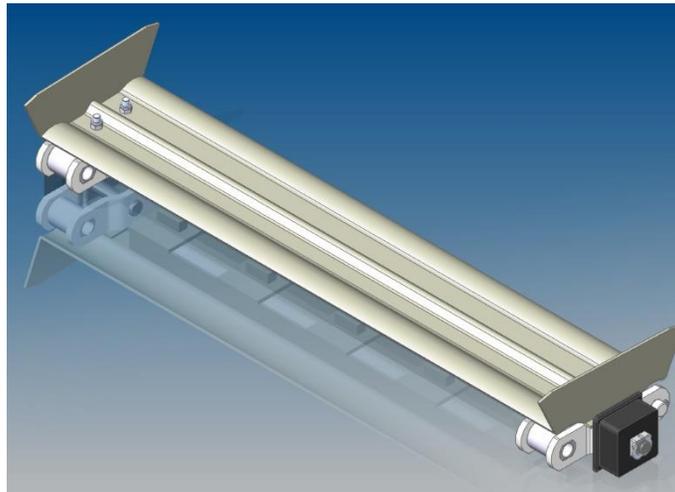


Figura 20. Detalle de ensamble tablilla y cuadreja, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

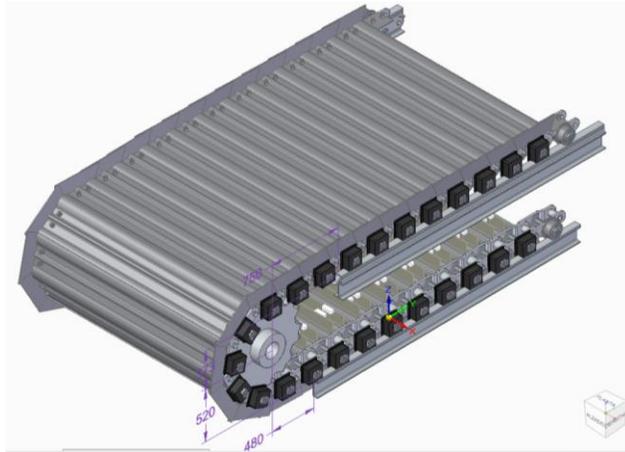


Figura 21. Simulación ensamble instalación de cadena + sprocket + riel, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

PROPERTIES	Test methods	Units	VALUES (10)
Colour	-	-	green
Average molar mass (average molecular weight) - (1)	-	10 ³ g/mol	≥ 4.5
Density	ISO 1183-1	g/cm ³	0.94
Water absorption at saturation in water of 23 °C	-	%	< 0.1
Thermal Properties (2)			
Melting temperature (DSC, 10 °C/min)	ISO 11357-1/3	°C	135
Thermal conductivity at 23 °C	-	W/(K.m)	0.40
Average coefficient of linear thermal expansion between 23 and 100 °	-	ml/(m.K)	200 x 10 ⁻⁶
Temperature of deflection under load:			
- method A: 1.8 MPa	ISO 75-1/2	°C	42
Vicat softening temperature - VST/B50	ISO 306	°C	80
Max. allowable service temperature in air:			
- for short periods (3)	-	°C	120
- continuously : for 20,000 h (4)	-	°C	80
Min. service temperature (5)	-	°C	-150
Flammability (6):			
- "Oxygen Index"	ISO 4589-1/2	%	< 20
- according to UL 94 (6 mm thickness)	-	-	HB
Mechanical Properties at 23 °C (7)			
Tension test (8):			
- tensile stress at yield (9)	ISO 527-1/2	MPa	20
- tensile strain at yield (9)	ISO 527-1/2	%	15
- tensile strain at break (9)	ISO 527-1/2	%	> 50
- tensile modulus of elasticity (10)	ISO 527-1/2	MPa	775
Compression test (11):			
- compressive stress at 1 / 2 / 5 % nominal strain (10)	ISO 604	MPa	7 / 11 / 17.5
Charpy impact strength - unnotched (12)	ISO 179-1/1eU	kJ/m ²	no break
Charpy impact strength - notched	ISO 179-1/1eA	kJ/m ²	90P
Charpy impact strength - notched (double 14° notch) -(13)	ISO 11542-2	kJ/m ²	> 100
Ball indentation hardness (14)	ISO 2039-1	N/mm ²	34
Shore hardness D (14)	ISO 868	-	60
Relative volume loss during a wear test in "sand/water-slurry" ; TIVAR 1000 = 100	ISO 15527	-	≤ 160
Electrical Properties at 23 °C			
Electric strength (15)	IEC 60243-1	kV/mm	-
Volume resistivity	IEC 60093	Ohm.cm	-
Surface resistivity	IEC 60093	Ohm	-
Relative permittivity ε _r : - at 100 Hz	IEC 60250	-	-
- at 1 MHz	IEC 60250	-	-
Dielectric dissipation factor tan δ: - at 100 Hz	IEC 60250	-	-
- at 1 MHz	IEC 60250	-	-
Comparative tracking index (CTI)	IEC 60112	-	-

Figura 22. Ficha técnica de propiedades del material TIVAR® ECO. Extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El tercer elemento es una rueda sellada para líquido y bagazo (ver figuras 25, 26, 27, 28, 29), este tipo de rueda surge de la necesidad los clientes, ya que algunos ingenios azucareros trabajan sumergidos en el agua, por ende, los elementos internos de la rueda se corroen rápidamente, por ello el aprendiz en compañía del técnico de FB una rueda hermética y sellada para esta solución, para este apartado se realizaron dos prototipos que fueron enviados a dos ingenios azucareros para validación en compañía de la cuadraco.

Esta solución tuvo un total de 8 versiones. Este es el resultado final:

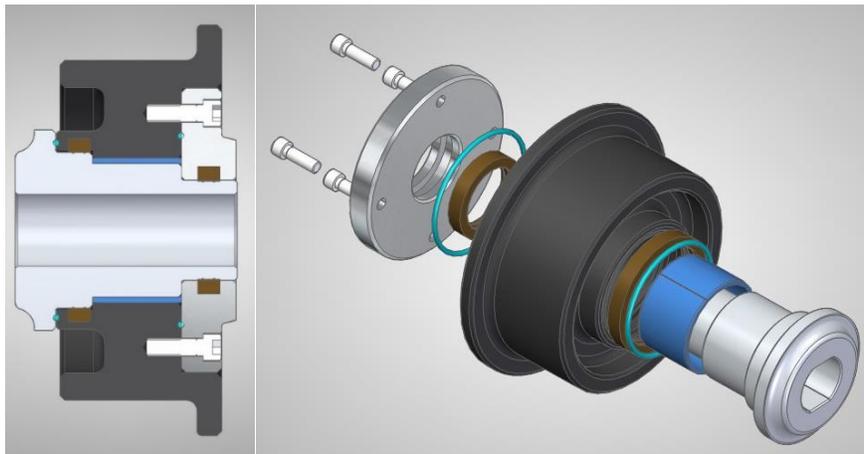


Figura 25. Explosión de componentes rueda sellada para líquido y bagazo, extraído de: estación de trabajo DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Componentes: Un Rodillo, un Buje, dos O-ring, tapa de sellado cuatro tornillos brístol de 5/16" x 1" NFC, dos sellos un Cojinete de fricción SKF PCM606540.

Todos los elementos anteriores fueron seleccionados por el aprendiz y aprobados por el Técnico de FB luego de analizar su funcionalidad

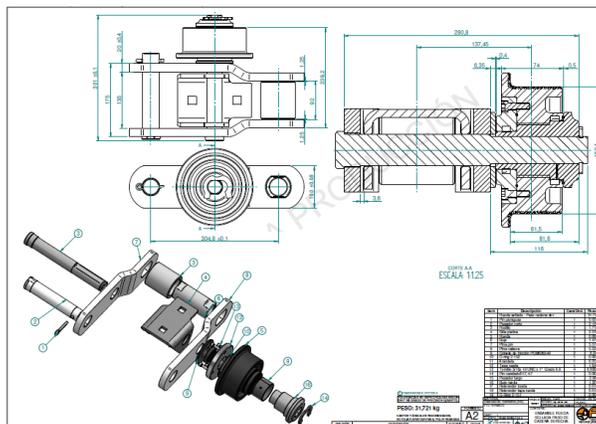


Figura 26. Planos rueda sellada, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4. Introducción de equipos nuevos a Forjas Bolívar S.A.S.

El objetivo de introducir equipos nuevos a la empresa es mejorar los estándares de calidad, abrir nuevos negocios, y reducir tiempos de fabricación por ello actualmente se necesitan estos dos productos:

- **Mesas Magnéticas**

Surge de la necesidad de reducir los tiempos de alistamiento en los centros de mecanizado de FB, por ello se realizó una investigación que llevó a esta la mejor opción. Este análisis se realizó con la ayuda del software Excel, por ende, se anexarán las siguientes tablas.

Tabla 5, determinación de que las platinas son las que tienen mayor necesidad de ser intervenidas.

SOLUCIONES	PRODUCTOS				
	Platinas	Pasadores y Bujes	Sprocket	EJES	Varios
Dispositivo Múltiple	X				
Mesas magnéticas	X	X	X	X	X
Prensa neumática	X	X		X	X

Tabla 5. Ilustrativo de comparativa de dispositivos vs elementos a mecanizar, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Tabla 6, Análisis de los tiempos de alistamiento actual y propuestos, con las ventajas de los diferentes sistemas para posible uso en FB de sistemas de sujeción de elementos en los centros de mecanizado.

PRODUCTO PLATINA WH132	ACTUAL (Zero Point)	Dispositivo Múltiple	Mesas magnéticas	Prensa neumática
TIEMPO DE CICLO (min/und)	7.64		7.64	7.64
CAMBIO DE REFERENCIA (min)	150		30	30
CAMBIO DE PIEZA (Seg)	30		30	10.5
VENTAJAS		Permite reducir el tiempo de ciclo	Reducción del tiempo de cambio de referencia	Reducción del tiempo de cambio de referencia
		Eliminación de calzas	Reducción del tiempo de cambio de pieza	Reducción del tiempo de cambio de pieza
			Eliminación de calzas	Eliminación de calzas
DESVENTAJAS		Para cambiar de referencia es necesario cambiar de dispositivo	Espesores de 10 mm en adelante	Ancho máximo de platina: 300 mm

Tabla 6. Análisis producto seleccionado, ventajas de desventajas de los dispositivos, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Tabla 7, Análisis de la cantidad y horas de montaje durante 8 meses de 2018.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Mes	Horas montajes	Cantidad
1	548	198
2	364	153
3	314.2	129
4	358	164
5	396.5	202
6	475.5	237
7	536.46	263
8	701.55	346

Tabla 7. Cantidad y horas consumidas de montajes por mes, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Tabla 9, se analiza el ROI de las diferentes opciones para luego seleccionar la más óptima, en este caso las mesas magnéticas, ya que el dispositivo múltiple se descartó debido a que se debe construir uno por referencia y en FB se fabrican muchas referencias distintas actualmente de platinería.

	ACTUAL (Zero Point)	Dispositivo Múltiple	Mesas magnéticas	Prensa neumática
Cambio de referencia(hr)	2.50		0.75	0.75
Cantidad / mes	211	211	211	211
horas por mes	527.5	0	158.25	158.25
Costo por mes	\$ 13,656,975	\$ -	\$ 4,097,093	\$ 4,097,093
Costo anual CDM	\$ 163,883,700	\$ -	\$ 49,165,110	\$ 49,165,110
	ACTUAL (Zero Point)	Dispositivo Múltiple	Mesas magnéticas	Prensa neumática
Ahorro	-\$ 20,766,118	\$ 143,117,582	\$ 93,952,472	\$ 93,952,472
	ACTUAL (Zero Point)	Dispositivo Múltiple	Mesas magnéticas	Prensa neumática
Inversión unitaria	\$ 10,449,934	\$ 4,500,000	\$ 2,400,000	\$ 6,186,000
Cantidad	4	10	8	8
Inversión total	\$ 41,799,736	\$ 45,000,000	\$ 19,200,000	\$ 49,488,000
ROI	-2.01	0.31	0.20	0.53

Tabla 9. Estimación de costos promedio, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Luego de saber con cual dispositivo actuar, el aprendiz se dispuso a contactar diferentes proveedores, de los cuales se seleccionaron tres para realizar comparativas y adquirir el mejor postor. Además, se seleccionaron los tamaños compatibles a los centros de mecanizado de FB (ver tablas 10, 11, 12, 13 ,14, 15).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		SELTER		COSTO TOTAL	COL\$
MESA MAGNETICA PARA PLATINAS:	32.05.624				
440 mm x 300 mm x 66 mm					
CANTIDAD:	5				
PRECIO:	€ 2,474.00	\$8,923,223.20		€ 12,370.00	\$ 44,616,116
MESA MAGNETICA PARA DOOSAN	32.05.647				
880 mm x 420 mm x 66 mm					
CANTIDAD:	1				
PRECIO:	€ 5,670.00	\$20,450,556.00		€ 5,670.00	\$ 20,450,556
MESA MAGNETICA PARA VARIOS:	32.05.646				
760 mm x 420 mm x 66 mm					
CANTIDAD:	2				
PRECIO:	€ 5,055.00	\$18,232,374.00		€ 10,110.00	\$ 36,464,748.00
SUB TOTAL MESAS				€ 28,150.00	\$ 101,531,420.00
EXTENSIONES POLARES				€ 4,230.00	\$ 15,256,764.00
IMPORTACIÓN				\$1,700.00	\$ 5,406,000.00
INSTALACIÓN					\$ 11,674,692.00
TOTAL		\$47,606,153.20			\$ 133,868,876.00

Tabla 10. Costeo determinado por cotizaciones pedidas a Selter, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

		AMF		COSTO TOTAL	COL\$
MESA MAGNETICA PARA PLATINAS:	559634				
490 mm x 295 mm x 43 mm					
CANTIDAD:	5				
PRECIO:	€ 2,827.95	\$10,199,850.06		€ 14,139.75	\$ 50,999,250
MESA MAGNETICA PARA DOOSAN	559647				
950 mm x 420 mm x 43 mm					
CANTIDAD:	1				
PRECIO:	€ 5,542.20	\$19,989,606.96		€ 5,542.20	\$ 19,989,607
MESA MAGNETICA PARA VARIOS:	559643				
795 mm x 420 mm x 43 mm					
CANTIDAD:	2				
PRECIO:	€ 4,684.20	\$16,894,972.56		€ 9,368.40	\$ 33,789,945.12
SUB TOTAL MESAS				€ 29,050.35	\$ 104,778,802.38
EXTENSIONES POLARES				€ 3,720.00	\$ 13,417,296.00
IMPORTACIÓN				\$1,500.00	\$ 4,770,000.00
INSTALACIÓN					\$ 11,674,692.00
TOTAL		\$47,084,429.58			\$ 134,640,790.38

Tabla 11. Costeo determinado por cotizaciones pedidas a AMF, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		METALCUT		COSTO TOTAL	COL\$
MESA MAGNETICA PARA PLATINAS:	EEPM3040B				
430 mm x 300 mm x 70 mm					
CANTIDAD:	5				
PRECIO:	\$4,386.00	\$13,947,480.00		\$21,930.00	\$ 69,737,400.00
MESA MAGNETICA PARA DOOSAN	EEPM4090B				
870 mm x 420 mm x 70 mm					
CANTIDAD:	1				
PRECIO:	\$8,170.00	\$25,980,600.00		\$8,170.00	\$ 25,980,600.00
MESA MAGNETICA PARA VARIOS:	EEPM4080B				
810 mm x 420 mm x 70 mm					
CANTIDAD:	2				
PRECIO:	\$7,489.00	\$23,815,020.00		\$14,978.00	\$ 47,630,040.00
SUB TOTAL MESAS				\$45,078.00	\$ 143,348,040.00
EXTENSIONES POLARES				\$3,640.95	\$ 11,745,000.00
IMPORTACIÓN				USD 0.00	\$ 0.00
INSTALACIÓN					\$ 11,674,692.00
TOTAL		\$63,743,100.00			\$ 166,767,732.00

Tabla 12. Costeo determinado por cotizaciones pedidas a Metalcut, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

En las tablas 10, 11 y 12 se visualiza la diferencia de costos respecto a las ofertas que las empresas contactadas proporcionaron a FB.

Datos técnicos mesa de magnética de 24 polos			
CARACTERÍSTICA	METALCUT	SELTER	AMF (descartado)
REFERENCIA	EEPM3040B	32.05.624	559634
DIMENSIONES	430 mm x 300 mm x 70 mm	440 mm x 300 mm x 66 mm	490 mm x 295 mm x 43 mm
NÚMERO DE POLOS	24	24	24
EXTENSIONES POLARES NECESARIAS	12 (Dobles)	24	24
FUERZA MAGNÉTICA POR POLO.	312.5 kgf	380kgf	407.75 kgf
FUERZA MAGNÉTICA PARA 24 POLOS	7.500 kgf	9.120 kgf	9.785,9 kgf
POTENCIA CONSUMIDA (380 - 400 - 440 V)	4.56 Kw	10 Kw	12,8 kW
POTENCIA CONSUMIDA (220 V)	6.6 kW	20kW	
VOLTAJE DE OPERACIÓN	220 V - 380 V	220 V - 440 V	400 V
GARANTÍA	1 AÑO	2 AÑOS	
ESPESOR MÍNIMO DE LA PIEZA	>=10 mm	>=7 mm. No confirmado	>=7 mm
PESO NETO DE CADA PLATO	61 kg	61 kg	34 kg
PROCEDIMIENTO DE IMANTACIÓN	Consiste en conectar el control a la mesa y oprimir un botón. Metal cut puede enviar la mesa acoplada directamente al control (sin necesidad de conector para evitar desgaste del conector)	Consiste en conectar el control a la mesa y oprimir un botón. Selter puede enviar la mesa acoplada directamente al control (sin necesidad de conector para evitar desgaste del conector)	Consiste en conectar el control a la mesa y oprimir un botón.
FUERZA DE IMANTACIÓN VARIABLE	Las mesas METALCUT tienen la opción de graduar la imantación en función del material a trabajar. Esto es útil para facilitar la extracción de la pieza y evitar que quede imantada.	Las mesas SELTER no tienen la opción de graduar la imantación. El proveedor dice que en caso de que la pieza quede imantada entonces un pequeño golpe en la pieza la separará de la mesa.	Las mesas AMF no tienen la opción de graduar la imantación. El proveedor dice que en caso de que la pieza quede imantada entonces un pequeño golpe en la pieza la separará de la mesa.
PRECIO	USD 4655.7/ud	USD 3478.55 + Nacionalización USD (1400). TOTAL USD 4878.55	USD 3247.66 + Nacionalización USD (1200) TOTAL USD 4447.66
Precio COP	\$ 14,805,126.00	\$ 15,513,789.00	\$ 14,143,558.80
Mesa+Instalacion en FB	\$ 17,305,126.00	\$ 18,013,789.00	\$ 15,440,746.80

Tabla 13. Diferencias técnicas entre los tres proveedores de tamaño referenciado de mesa magnética + costeo de compra, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Datos técnicos mesa de magnética de 60 polos			
CARACTERÍSTICA	METALCUT	SELTER	AMF
REFERENCIA	EEPM4080B	32.05.646	559643
DIMENSIONES	810 mm x 420 mm x 70 mm	760 mm x 420 mm x 66 mm	795 mm x 420 mm x 43 mm
NÚMERO DE POLOS	66	60	60
EXTENSIONES POLARES	33 (Dobles)	60	60
FUERZA MAGNÉTICA POR POLO.	312.12 kgf	380kgf	407.74 kgf
FUERZA MAGNÉTICA PARA 24 POLOS	20.600 kgf	22.800 kgf	24.464,83 kgf
POTENCIA CONSUMIDA (380 - 400- 440 V)	7.22 Kw	25 Kw	12,8 kW
POTENCIA CONSUMIDA (220 V)	6.6 kW	20kW	
VOLTAJE DE OPERACIÓN	220 V - 380 V	220 V - 440 V	400 V
GARANTÍA	1 AÑO	2 AÑOS	
ESPESOR MÍNIMO DE LA PIEZA.	>=10 mm	>=7 mm	>=7 mm
PESO NETO DE CADA PLATO	159 kg	147 kg	80 kg

Tabla 14. Diferencias técnicas entre los tres proveedores de tamaño referenciado de mesa magnética, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Datos técnicos mesa de magnética de 72 polos			
CARACTERÍSTICA	METALCUT	SELTER	AMF
REFERENCIA	EEPM4090B	32.05.647	559647
DIMENSIONES	870 mm x 420 mm x 70 mm	880 mm x 420 mm x 66 mm	950 mm x 420 mm x 43 mm
NÚMERO DE POLOS	72	72	72
EXTENSIONES POLARES	36 (Dobles)	72	72
FUERZA MAGNÉTICA POR POLO.	312.5 kgf	380kgf	407.75 kgf
FUERZA MAGNÉTICA PARA 24 POLOS	22.500 kgf	27.360 kgf	29.357,8 kgf
POTENCIA CONSUMIDA (380 - 400- 440 V)	6.84 Kw	30 Kw	12,8 kW
POTENCIA CONSUMIDA (220 V)	3.96 kW	20kW	
VOLTAJE DE OPERACIÓN	220 V - 380 V	220 V - 440 V	400 V
GARANTÍA	1 AÑO	2 AÑOS	
ESPESOR MÍNIMO DE LA PIEZA.	>=10 mm	>=7 mm	>=7 mm
PESO NETO DE CADA PLATO	169 kg	171 kg	96 kg

Tabla 15. Diferencias técnicas entre los tres proveedores de tamaño referenciado de mesa magnética, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Desde el área de innovación, con la asistencia y monitoreo del aprendiz y el equipo de trabajo de este proyecto, se decide traer una mesa magnética para realizar pruebas; el proveedor Metalcut la suministra, se obtienen resultados positivos respecto a las pruebas. Por otra parte, debido a que las características técnicas de AMF son mejores que las demás, está es la más opcionada tanto por precio como características técnicas, pero es descartada debido a que la planta no tiene capacidad suficiente para realizar conexión de 400V. Por ende, el proceso continuó con Selter y Metalcut.

A la fecha de la primera semana de febrero de 2019, ya se entregó al área compras todas las decisiones de comprar para primeros ensayos en FB la mesa magnética de Selter, esta acción de compra, está siendo evaluada por ellos para realizar una requisición y Orden de Compra (OC) del producto.

A continuación, se evidenciará en las tablas 16 y 17 los costos actuales y propuestos respecto al cambio de tecnología y alistamiento en los centros de mecanizado:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACTUAL					
Maquina	Promedio montajes (hr)	Cantidad promedio mensual	Tiempo promedio mensual (hr)	Tiempo promedio anual (hr)	Costo anual montaje
68	1.71	29	49.66	595.88	\$ 15,427,412.86
186	1.91	39	74.60	895.14	\$ 23,175,248.57
207	2.55	23	58.65	703.80	\$ 18,221,382.00
232	2.29	17	38.97	467.66	\$ 12,107,727.17
236	1.70	37	62.77	753.21	\$ 19,500,717.86
238	2.47	19	46.91	562.96	\$ 14,575,111.11
246	2.27	18	40.83	490.00	\$ 12,686,100.00
270	2.49	16	39.77	477.26	\$ 12,356,187.43
				Total	\$ 128,049,887.00

Tabla 16. Representan el gasto actual en horas vs costos de la empresa, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

PROPUESTA					
Maquina	Promedio montajes (hr)	Cantidad promedio mensual	Tiempo promedio mensual (hr)	Tiempo promedio anual (hr)	Costo anual montaje
68	0.75	29	21.75	261.00	\$ 6,757,290.00
186	0.75	39	29.25	351.00	\$ 9,087,390.00
207	0.75	23	17.25	207.00	\$ 5,359,230.00
232	0.75	17	12.75	153.00	\$ 3,961,170.00
236	0.75	37	27.75	333.00	\$ 8,621,370.00
238	0.75	19	14.25	171.00	\$ 4,427,190.00
246	0.75	18	13.50	162.00	\$ 4,194,180.00
270	0.75	16	12.00	144.00	\$ 3,728,160.00
				Total	\$ 46,135,980.00

Tablas 17. Representan costo en horas y moneda de la propuesta si se realiza la compra y uso de la mesa magnética, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

El ahorro que FB tendría al adquirir esta solución a la mejora de montajes en platinería, sería el siguiente.

$$\text{Ahorro} = \text{costo anual montaje actual} - \text{costo anual montaje propuesto}$$

$$\text{Ahorro} = \$128'049,887 - \$46',135,980$$

$$\text{Ahorro} = \$81'913,907 \text{ pesos colombianos}$$

Ahora bien, el retorno a la inversión generada será el siguiente para cada opción planteada de la cual se determinará la mejor opción de compra (ver tabla 18):

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Mejor opción	INVERSION	\$ 133,868,876.00	
SELTHER	ROI	1.63	Años
Segunda opción	INVERSION	\$ 134,640,790.38	
AMF	ROI	1.64	Años
	INVERSION	\$ 166,767,732.00	
METALCUT	ROI	2.04	Años

Tabla 18. Análisis de mejor opción por precio y Retorno a la inversión, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Debido a lo mencionado anteriormente, AMF se descarta por falta de conexión a 400 V en la empresa, por ello los precios mostrados indican que Selter es la mejor opción de compra.

- **Escáner 3D**

Surge de la necesidad de pasar objetos de la vida real al mundo digital con una precisión de micras, de esta manera duplicar objetos para su reproducción.

FB tiene el reto de introducirse al negocio de grandes formatos, es decir piezas que pueden alcanzar los 5 metros de longitud, usadas en las cementeras, minería, e ingenios azucareros, por ello, necesita la ayuda de una herramienta como el Escáner 3D.

El aprendiz es el encargado de hacer este proyecto posible, con análisis e investigación, debido a ello obtuvo los siguientes resultados.

3.4.1. Atributos obligatorios:

- El escáner debe ser portátil para poder llevarlo a las plantas.
- El escáner no debe depender de una conexión eléctrica porque en las plantas muchas veces la conexión eléctrica está muy lejana. No debe requerir trípode porque esto afecta la portabilidad y la capacidad de escanear en alturas.
- El escáner debe trabajar bajo cualquier tipo de ambiente, incluso bajo la luz directa del sol y en presencia de polvo y grasa.

3.4.2. Atributos deseables:

Facilidad en el escaneo, algunos escáneres requieren que la pieza se pinte con aerosol y otros requieren utilizar target, y ambas opciones hacen más demorado el proceso de escaneo. Lo ideal sería que el escáner no requiriera preparar la pieza ni ambientes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

controlados. Que no requiera un equipo de cómputo conectado al momento del escaneo, ya que esto atenta contra la portabilidad y la posibilidad de escanear en alturas y lugares distantes de una conexión eléctrica.

De estas referencias se han seleccionado 2 el Artec LEO de 3dSystems y la solución planteada por Zeiss como fotogrametría.

Se han pedido demos para demostraciones, por ende, los proveedores se encuentran en proceso de adquisición de los mismos.

El aprendiz ha desarrollado estos proveedores y realizado reuniones durante el desarrollo del proyecto. Se espera poder realizar la compra del equipo más óptimo después de las demostraciones técnicas.

Por otra parte, todo el conocimiento investigativo que ha obtenido gracias a la formación recibida en el ITM, ha sido una base importante para la toma de decisiones, muestra de resultados y desarrollo de competencias durante este proyecto.

3.5. Programa Innovamos

En ésta sección solo se mencionarán los por mayores de este programa, y las actividades del aprendiz, ya que lleva en funcionamiento durante 3 años.

Este programa consiste en incluir a los empleados de una manera más proactiva, ellos tienen la oportunidad de presentar propuestas que sean innovadoras, éstas son compartidas por un formato estándar que la empresa desarrolló (ver figura 30), luego se evalúa la/s propuesta/s por el comité de innovación, en este caso el aprendiz y la persona de mejoramiento continuo de la empresa son los encargados. Si se aprueba o no se notifica. Para los aprobados se les lleva el formato DMAIC (ver figuras 31, 32) para el desarrollo del proyecto ideado, y durante el mismo, se presenta un cronograma de trabajo que deben cumplir a cabalidad.

El aprendiz asesora los proyectos y guía a los líderes de proyectos durante el desarrollo de los proyectos.

El aprendiz, además, generó un informe del progreso del 2018 de este programa.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		Formulario para postulación de propuestas.		N°			
Espacio para que diligencias.							
Fecha en la que vas a entregar este formulario:		dd/mm/aaaa					
Aquí van tu nombre, apellidos y número de identificación.							
1	<i>Escribe tu nombre completo aquí.</i>		<i>Escribe tu número de identificación.</i>				
Clasifica tu aporte.							
<i>Marca el cuadrado que corresponde al tipo de aporte que nos compartes.</i>							
2	Mejora <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5'S <input type="checkbox"/>	Productividad <input type="checkbox"/>	Diseño <input type="checkbox"/>	Ambiental <input type="checkbox"/>	SGI <input type="checkbox"/>
	Estrategia <input type="checkbox"/>						
	Reto <input type="checkbox"/>						
Describe de manera clara el problema u oportunidad que identificaste.							
3	<i>Describe el problema que observaste o la oportunidad de mejora que identificaste. Escríbelo tal cuál lo tienes claro en tu mente, no lo adornes, no lo compliques. Nosotros te entendemos.</i>						
Si se corrige el problema o se aprovecha la oportunidad de mejora ¿Qué esperarías que ocurriera?.							
4	<i>Describe lo que esperarías que sucediera si tu propuesta fuera implementada, es decir, ¿cómo te imaginas que cambiaría la situación si el problema se evitara o la oportunidad se aprovechara?.</i>						
Espacio para Innovamos.							
Estos son los comentarios que Innovamos tiene para hacer frente a tu propuesta.							
5	<i>Como líder debes escribir los comentarios que tienes para hacerle al innovador sobre la propuesta que hizo con el fin de potenciarla.</i>						
Usa fotos, dibujos, muestras, videos y otros medios que te permiten mostrar tu idea							
	<input type="checkbox"/> Esquemas	<input type="checkbox"/> Muestras	<input type="checkbox"/> Videos	<input type="checkbox"/> Fotos	DMAIC	N°	
Estado	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> No aprobado	<input type="checkbox"/> Cancelado				
<i>Firma Aprobado.</i>			<i>Firma del Líder Innovamos.</i>				
<i>Las propuestas que se presentan en este documento quedarán registradas como propiedad de Forjas Bolívar S.A.S, se autoriza a la empresa para patentar estas ideas, propuestas o mejoras a su nombre o nombre de terceros.</i>							

Figura 30. Ilustración formularia para postulación de propuestas, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

En este caso el aprendiz guía a los postulantes con una inducción de cómo se diligencia el formato, luego se reúne con el otro integrante encargado del programa para términos de aprobación o desaprobarción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Como resultado de aprobación de la propuesta postulada por un empleado de FB se sigue el proyecto por el siguiente formato:

		Registro de proyecto DMAIC		Versión: 2.0 Fecha: 14/12/2018		Consecutivo:		
Nombre del Proyecto		Fecha de creación						
Etapa De Definición								
Objetivo del proyecto (Que, Dónde, Cuando, Cuanto)				Equipo del proyecto	Nombre Completo		Cedula	
Métrica del Proyecto <small>(indicador que evalúa si la mejora tuvo efecto)</small>								
Tipo de proyecto		Producto o proceso nuevo		Etapa del proyecto		25%	50%	100%
Marque con una X		Mejora de producto o proceso						
Etapa De Medición								
Descripción del antes que es lo que pasa				Diagrama - foto - plano - Grafica (etc., algo que valide el antes)				
Indicadores antes/mes								
Etapa De Análisis								
Herramientas de análisis usada (espina de pescado, ensayos, Prueba de Hipótesis, etc.)								
Mano de obra		Maquina		Método				
Medición		Material		Medio ambiente				
Conclusiones etapa de análisis								

Figura 31. Ilustración página 1 formato DMAIC, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Etapa De Mejora			
Describir los pendientes principales y Adjuntar plan de acción detallado			
Nro.	Pendiente	Responsable	Fecha de cierre
Descripción del después que se realizó		Diagrama - Foto - Plano - Grafica (algo que valide el después)	
Indicadores después/mes			
Nivel de impacto y replicabilidad			
Inversión (\$)			
Beneficio económico (\$) (adjuntar respaldo del análisis financiero)			
Otros beneficios cualitativos			
Donde se puede replicar esta mejora (nombrar o listar las áreas o maquinas)			
Etapa de Control			
Marque con una X según el caso y muestre la evidencia		SI	NO
Hubo cambios o retroalimentaciones en la condiciones básicas			
Hubo cambios o retroalimentación en los estándares LILA (Limpieza, inspección, lubricación, ajuste)			
Hubo creación o modificación a la lista de chequeo del proceso			
Hubo cambios o retroalimentación a fichas técnicas			
Hubo creación o modificación a un instructivo de capacitación			
revisado por salud ocupacional si aplica			
Revisado por ambiental si aplica			
Revisado por calidad si aplica			
Aprobado por firma del director o facilitador			

Figura 32. Ilustración página 2 formato DMAIC, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

De igual manera el practicante orienta a los postulantes en como diligenciar este formato por etapas y todos los requerimientos que tiene.

El programa genera incentivos a los postulantes otorgando puntos por las propuestas aprobadas, ejecutadas y terminadas; estos puntos pueden ser redimidos dependiendo de un catálogo que se mejoró y actualizo en conjunto de la otra persona a cargo del programa.

Para ello se creó uso la herramienta Inkscape para realizar el catálogo. Por su extensión no será añadido dicho catálogo al trabajo.

3.6. Investigaciones en curso

Estos son los temas abordados durante el 2019 para investigar y ejecutar.

- Cambios rápidos en forjas para platineria de cadenas de ingeniería.
- Investigación e implementación para el uso de sistemas mecatrónicos automatizados en la cizalla para corte de varillas usada en el área de corte de materia prima (programa de innovamos).
- Investigación e implementación de soluciones innovadoras que incluyan sistemas mecatrónicos relacionado con la manipulación del poli pasto usado en la planta de tratamientos térmicos.
- Robotización en el área de centros de mecanizado para el suministro de materia prima preparada para mecanizar y dar medidas finales respecto a un plano.
- Investigación e implementación para la automatización de los hornos por inducción usados en el área de Forjas (#30 - #61).
- Reto: Bajo consumo
- Reto: Gran formato
- Reto: MRST

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

3.7. Plan de innovación 2019 (ver tabla 19)

PLAN DE INNOVACIÓN 2019						
ITEM		Objetivo	Actividad	Encargado/s	Impactados	Frecuencia
	Desarrollo nuevos productos	Generar portafolio de productos nuevos o mejorados	Mejoramiento de cadenas de ingeniería Rediseño de conductores industria alimenticia - >Rentabilidad	Equipo de innovación y jefes de área	Empresa	Mensual
1	Innovamos	Reunión para entrenamiento	Desarrollo programa de entrenamiento empleados FB.	Equipo de innovación	Innovadores	Quincenal
		Postulación de propuestas	Seguimiento propuestas.	Equipo de innovación	Innovadores	2 horas al día
			Boletín de propuestas postuladas vía email o impreso.	Lider de innovación	Innovadores	4 horas a la semana
			Boletín innovamos.	Equipo de innovación	Empleados en general	Mensual
		Charlas y conversatorios	Trayectoria de propuestas aprobadas y seleccionadas para una charla del impacto.	Equipo de innovación y externos	Empleados en general	1 mes después de finalizar una propuesta de innovamos
			Charlas de las experiencias de otras empresas.	Lider de innovación	Empleados en general	Trimestral
			Talleres de empresas dedicadas a la innovación.	Equipo de innovación	Innovadores	Semestral
Boletín innovamos	Creación de un periódico informativo de innovación.	Equipo de innovación / área de comunicación	Empleados en general	Mensual		
Semana de la Innovación	Actividades dedicadas a fomentar la innovación y premiación propuestas más impactantes de innovamos.	Equipo de innovación / área de comunicación	Innovadores	Anual		
Reunión líder de I+D+i	Reporte de innovación.	Lider de innovación	Líder de I+D+i	Mensual		
2	Patentes	Busqueda de patentes	Analizar patentes que permitan el desarrollo y la mejora de nuestros productos o procesos basados en la metodología que se establecio para FB.	Equipo de innovación	Empresa	Semanal
			Investigación y desarrollo de productos o procesos nuevos para Forjas Bolívar.	Equipo de innovación	Empresa	Definido dependiendo de la magnitud del proyecto
3	Investigación con universidades	Alianzas universitarias	Investigación y desarrollo de productos o procesos nuevos para Forjas Bolívar.	Equipo de innovación	Empresa	Mensual
4	Ferias de innovación	Participación de Forjas Bolívar en ferias, conferencias, simposios de innovación y avances tecnológicos	Investigación y desarrollo de productos o procesos nuevos para Forjas Bolívar.	Equipo de innovación y/o líderes de área	Empresa	Mensual - investigación.
5	Visitar clientes	Clientes innovadores	Investigación y desarrollo de productos o procesos nuevos para Forjas Bolívar.	Equipo de innovación	Innovación	Trimestral

Tabla 19. Plan de innovación 2019, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SMED Forjadora #25

Durante el proceso que el aprendiz ha desarrollado durante su labor en la empresa con el fin de realizar SMED en la Forjadora #25, como resultado de la falta de disponibilidad de la máquina, se realizaron actividades alternas como el siguiente análisis de movimiento que posee la máquina, para determinar que actividades internas se deben de convertir en actividades externas en un montaje corto (ver tabla 20).

		ANÁLISIS DE MOVIMIENTO										CODIGO	PR-FO-06	
SECCIÓN: FORJA (Forjadora #25)		FECHA: 02/10/2018				RESPONSABLE: Lisímaco Ramírez						FECHA	20/02/2018	
Hora de inicio: 8:19 am		Hora de finalización: 11:49 am										REVISION	1	
Nro. Actividad	Descripción	Tiempo (seg)	operación	transporte	demon	almacenamiento	distancia (m)	actividad interna	Actividad externa	Eliminar	Convertir a externa	Modificar	Acción	Responsable
			0	1	0	0		0	0					
1	Desmontar pastillas	185	0	1	0	0	0	X						
2	Llevar pastillas almacen	132	0	1	0	0	20	X			X			
3	Traer pastillas de reemplazo	135	0	1	0	0	20	X		X				
4	Llevar pastillas almacen	130	0	1	0	0	20	X			X			
5	Traer pastillas de reemplazo	138	0	1	0	0	20	X			X			
6	Limpiar die set	338	0	1	0	0	0	X			X			
7	Limpiar suplementos	221	0	1	0	0	0	X			X			
8	Montar suplementos	980	0	1	0	0	0	X						
9	Montar pastillas	512	0	1	0	0	0	X						
10	Buscar Calzas	193	0	1	0	0	0	X			X			
11	Insertar calzas y pastillas	483	0	1	0	0	0	X						
12	Insertar suplemento	289	0	1	0	0	0	X						
13	Desmontar macho	662	0	1	0	0	0	X						
14	Llevar macho a una mesa	30	0	1	0	0	0.12	X			X			
15	Chequear cerrado de máquina	924	0	1	0	0	0	X						
16	Revisión de calzas	594	0	1	0	0	0	X						
17	Llevar macho	141	0	1	0	0	0.27	X			X			
18	Traer macho	139	0	1	0	0	0.27	X			X			
19	Ensamblar macho	880	0	1	0	0	0	X						
20	Buscar llave y apretar	205	0	1	0	0	0.12	X			X			
21	Ensamblar calzas en máquina	308	0	1	0	0	0	X						
22	Ensamblar	421	0	1	0	0	0	X						
23	Buscar nivel y nivelar	180	0	1	0	0	0.12	X			X			
24	Apretar	194	0	1	0	0	0	X						
25	Poner demás tornillos	218	0	1	0	0	0	X						
26	Recorrido calzas	750	0	1	0	0	0	X						
27	Topes delantero	252	0	1	0	0	0	X						
28	Tope trasero desmontar	658	0	1	0	0	0	X						
29	Desmontar espárragos	469	0	1	0	0	0	X						
30	Soporte, buscar llave	635	0	1	0	0	36	X			X			
31	Desapretar soporte	45	0	1	0	0	0	X						
32	Ensamblar soporte hechizo	429	0	1	0	0	0	X						
33	Apretar soporte	18	0	1	0	0	0	X						
34	Llevar llave	62	0	1	0	0	0.27	X			X			
35	Soporte 2 hechizo	489	0	1	0	0	0	X						
36	Calza desapretar die clamp	96	0	1	0	0	0	X						
37	Insertar calza	20	0	1	0	0	0	X						
38	Apretar die clamp	38	0	1	0	0	0	X						
39	Soltar llave	5	0	1	0	0	0	X						
40	Total (seg.)	12598	10671	1524	0	403	117			135	2544			

Elaboró: Sammy Guttman. Ing. De mejora Revisó: Sammy Guttman. Ing. De mejora Aprobó: Alexis Martínez- Dir. De operaciones

Tabla 20. Análisis de movimientos de la forjadora #25, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por otra parte, como cumplimiento de las actividades del aprendiz, se dejó a la empresa con documentación investigativa sobre la referenciación del método actual que maneja en los alistamientos de la máquina, análisis presupuestal de cambios rápidos de referencia (ver tabla 21), fuentes alternas para la fabricación de moldes, y contacto con AJAX para la reconstrucción de la máquina en caso de ser requerido para la empresa.

Análisis presupuestal Forjadora #25		
	Actual	Propuesta
Tiempo promedio mensual	3,5	0,75
Costo hora máquina	\$ 16.900	
Montaje mensual promedio	15	
Costo mensual promedio	\$ 887.250	\$ 190.125
costo anual promedio	\$ 10.647.000	\$ 2.281.500
Inversión	\$ 35.000.000	
Ahorro	\$ 8.365.500	
ROI	4,2	Años

Tabla 21. Análisis hipotético después de realizar SMED, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Debido a la falta de disponibilidad de la máquina el practicante optó por realizar modificaciones al análisis de movimientos de la forjadora, así reducir los tiempos de desplazamiento del operario con el fin de mejorar los tiempos de alistamiento.

Además, el practicante con ayuda de la herramienta Excel y macros creadas en la empresa, con el indicador de entregas perfectas, demostró que debido a el incumplimiento de entregas es necesario intervenir y realizar SMED en la máquina para disminuir costos, mejorar entregas a clientes, además de subir la confiabilidad y calidad de los productos (ver tabla 22).

Análisis de cumplimiento Forjadora #25 desde Indicador Entregas Perfectas			
OC analizadas		Cantidad	Porcentaje
			97
Cumplimiento	SI	0	0.00%
	NO	97	100.00%

Tabla 22. Análisis de cumplimiento forjadora #25, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El reto más grande durante el desarrollo de lo que va del proyecto, fue crear un lazo de comunicación con los fabricantes de la forjadora, ya que se ubican en Estados Unidos de Norte América y su idioma representativo es el inglés, debido a ello, el estudiante fortaleció sus competencias en lengua inglesa y logró aclarar todos los pormenores que conllevó el proyecto.

Como referencia se pidió a AJAX, fabricante de la máquina asistencia técnica, pero al día de hoy no se pudo concretar la visita de parte de ellos. Además, se cotizó una forjadora totalmente nueva, con tecnología adecuada y actualizada que suple las necesidades de FB, esta se descartó por su elevado valor y se optó por reformar la máquina actual, pero esto está detenido por la falta de disponibilidad de la forjadora 25.

Este proyecto, ha presentado inconvenientes en el desarrollo porque no hay disponibilidad de la máquina debido a su gran carga de producción en planta. Por ello el proceso tomará más tiempo de lo pronosticado. Esto lleva a concluir a el aprendiz que el proyecto demanda más tiempo del estipulado en sus prácticas profesionales.

4.2. Monitoreo remoto de sistemas de transporte

Los resultados obtenidos de Monitoreo de sistema de transporte son los siguientes:

1. Inicio ejecución prueba piloto: enero 2018
2. Intervenciones técnicas realizadas: 3
3. Reestructuración del enlace de comunicación hacia forjas bolívar: 2 (Coldecón*)
4. Correcciones hechas al programa de visualización y adquisición de datos (Scada): 5 (Coldecón).

VARIABLES MONITOREADAS: Voltaje, frecuencia, velocidad, temperaturas de motorreductor del conductor, temperatura de la chumacera del conductor, corriente, potencia, derrame en la bota del conductor ya que es inclinado a 45°, tensión de la cadena derecha e izquierda y por último desalineación de la cadena.

Todas estas variables son enviadas desde Argos Hasta Forjas Bolívar y el monitoreo se hace a través de un sistema SCADA (ver figura 33).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

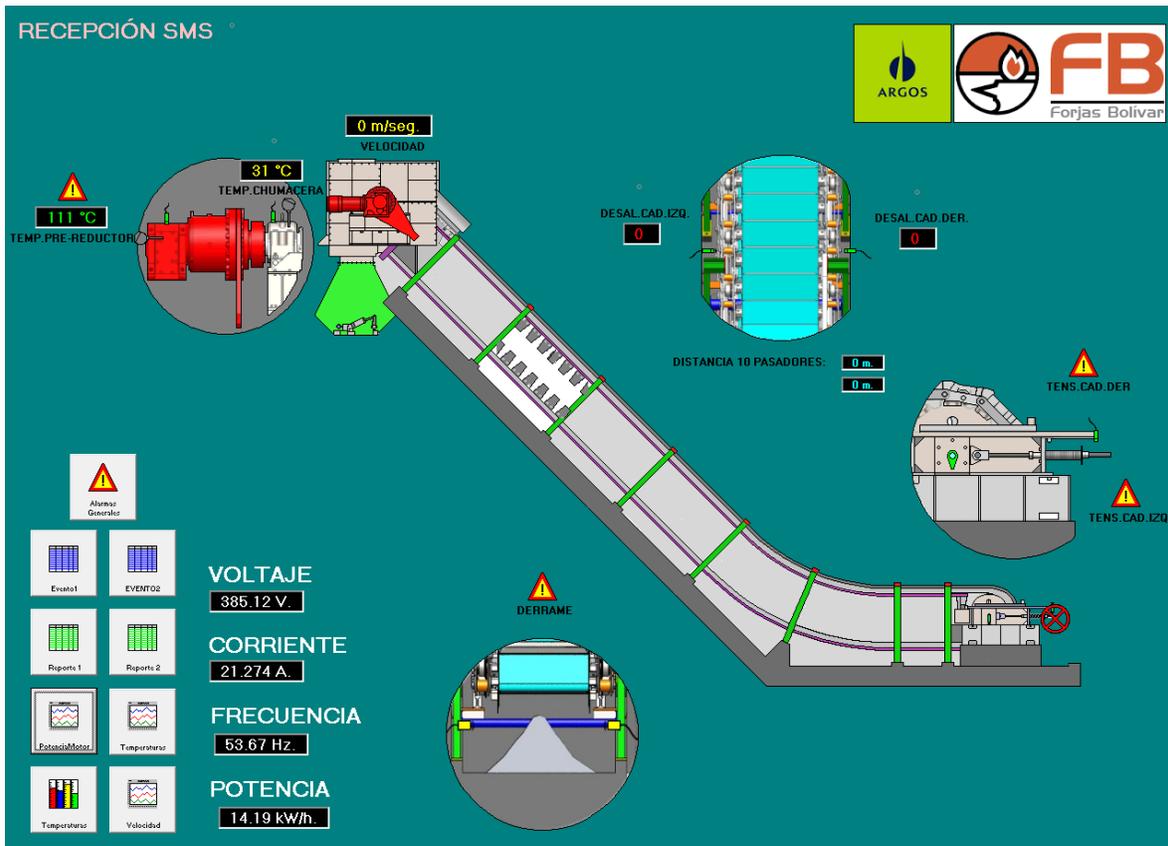


Figura 33. Visualización gráfica conductor de Argos, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Es importante resaltar que el PLC de marca VISILOGIC fue intervenido también por el practicante, ya que asistió a una capacitación por Coldecón en noviembre del 2018, luego de ello, el aprendiz con su conocimiento modificó el programa para realizar correcciones pertinentes, después fueron validadas y aprobadas por el programador de Coldecon.

El practicante ha tomado decisiones sobre este proyecto, las cuales han obtenido resultados positivos, ya que lo aprendido en las asignaturas PLC, PLC II y automatización de proceso industriales han sido la base de conocimiento que el aprendiz usó para el correcto monitoreo del proyecto, donde se han presentado modificaciones en el programa de PLC utilizado en FB.

INFORME: A la fecha de la primera semana de febrero de 2019 se han realizado 12 informes.

El aprendiz recopila la información desde el Scada todos los días en Microsoft Excel, y creó el siguiente formato con los datos recopilados en Microsoft Word (ver figuras 34, 35, 36):

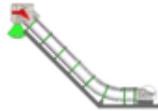


Informe de Monitoreo Remoto
Equipo U2J01
Argos Río Claro

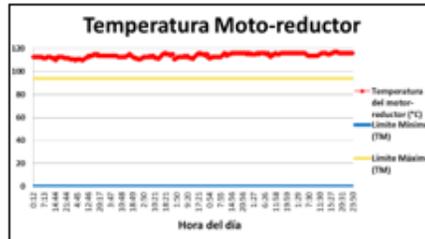


IVM – Informe de Monitoreo Remoto N°1

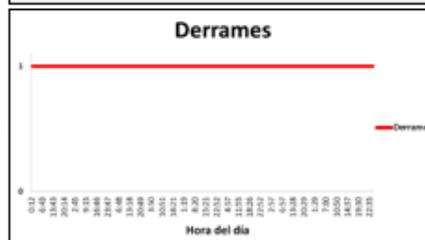
24-31 diciembre 2018



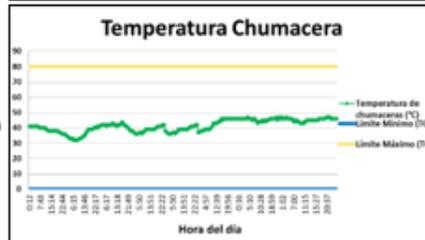
Descripción del equipo monitoreado.
 Equipo: U2J01
 Material transportado: Clinker



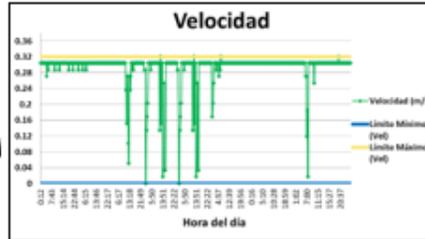
ALERTA, la temperatura del motor reductor se encuentra por encima del máximo permitido por el fabricante (94°C) sobrepasando el límite crítico de funcionamiento. Intervenir y verificar la causa raíz para eliminarla.

ALERTA, hay acumulación de material en la bota, sobrepaso el límite de 50 cm. Limpiar el sistema para evitar desgastes en cadena, sprockets y deformaciones de los cangilones.

Se presentaron variaciones normales en la temperatura de la chumacera, en consecuencia, el equipo no presenta cambios debido a la temperatura actual de la chumacera.



La velocidad presenta variaciones en los días 26 – 27 – 28 de diciembre, después se estabilizó, revisar si el sensor debe reposicionarse para obtener mediciones correctas.

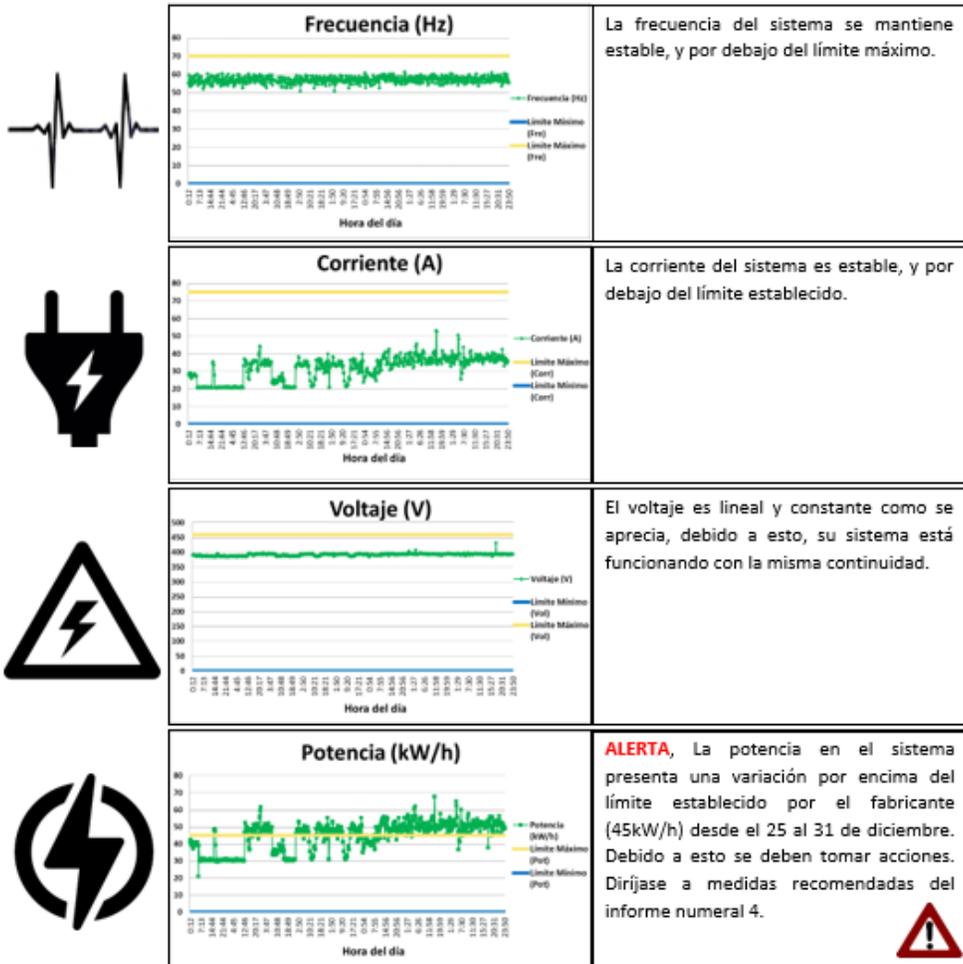


Figura 34. Ilustración página 1 de informe de MRST, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Informe de Monitoreo Remoto
Equipo U2J01
Argos Río Claro



Calle 73 No. 51C - 31 / Código Postal 050010/ Medellín, Colombia
 Tel: (574) 263 5500 / Fax: (57 4) 233 44 54 / NIT. 890.906.407-2
www.forjasbolivar.com / forjas@forjasbolivar.com



Figura 35. Ilustración de informe de MRST, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Informe de Monitoreo Remoto
Equipo U2J01
Argos Río Claro



OBSERVACIONES DEL INFORME:

1. **Análisis:** Después de realizar un análisis completo de las variables monitoreadas y hacer un cruce de estas variables se tienen los siguientes resultados:

- 1.1. Teniendo en cuenta el comportamiento de la temperatura del motor reductor, estando por fuera del límite (115°C en promedio) se debe intervenir lo más pronto posible.
- 1.2. Debido a que a temperatura de la chumacera se encuentra en valores estables, no aumenta el consumo energético del equipo y el flujo de corriente es proporcional al funcionamiento actual del equipo.
- 1.3. Sabiendo que la medida de ciclos por segundos del equipo es directamente proporcional a la rapidez (lineal), se presentan variaciones; revisar si el sensor debe reubicarse para obtener mediciones correctas.
- 1.4. El consumo energético del equipo se determina por la potencia, o el flujo de corriente, por lo tanto, su equipo presenta una fluctuación anormal, verificar atascamientos de materia prima, cambios en la alineación del sistema o aumento de carga volumétrica de desplazamiento de materia prima.

Medidas recomendadas:

2. **Temperatura motor reductor:** Ya que el motor reductor presenta una temperatura por fuera del límite permitido y crítico, es necesario realizar diagnóstico del equipo teniendo en cuenta lo siguiente:
 - 2.1. Exceso de aceite o aceite insuficiente, verificar si el motorreductor y sus rodamientos presenta alguno de estos dos casos midiendo el nivel del aceite. Luego agregue o elimine la cantidad de aceite necesaria.
 - 2.2. Aceite muy antiguo; cambiar el aceite recomendado por el proveedor y aplicar la cantidad necesaria.
 - 2.3. El aceite está muy sucio; verifique si en algún lugar se presentan filtraciones de material particulado que perjudique el funcionamiento y haga que el aceite se ensucie, cámbielo de ser necesario o filtre el aceite para que vuelva a estar en condiciones de trabajo.
 - 2.4. Bomba mecánica del sistema de refrigeración defectuosa, verifique que la bomba mecánica esté trabajando correctamente, en caso de ser necesario sustitúyala.
 - 2.5. Fallos en el sistema de refrigeración de agua o aire; consulte las instrucciones de funcionamiento específicas del sistema de refrigeración de agua o aire.
 - 2.6. Fuga de aceite. Apriete la o las tapas en la que se presentan las fugas.
3. **Derrame:** El nivel de derrame de la bota está por encima de lo permitido.
 - 3.1. Verificar cangilones defectuosos que provocan el derrame de material.
 - 3.2. Verificar si hay exceso de carga en los cangilones que vierten en su recorrido material.
 - 3.3. Verificar si el sistema de despolvo no está funcionando correctamente.
 - 3.4. Retirar el cúmulo de Clinker, porque puede afectar la eficiencia del equipo.
4. **Potencia:** Estos resultados se están generando debido a un aumento de la carga transportada o un error de calibración del instrumento de medición, validar la siguiente información:
 - 4.1. Verificar si hay aumento de carga de materia prima del transportador desde el 25 al 31 de diciembre, si no hay cambios considerables notificar vía correo electrónico.
 - 4.2. Verificar con el equipo de trabajo de Forjas Bolívar si efectivamente es un error de calibración del instrumento de medición para tomar medidas al respecto.

Calle 73 No. 51C - 31 / Código Postal 050010/ Medellín, Colombia
 Tel: (574) 263 5500 / Fax: (57 4) 233-44 54 / NIT. 890.906.407-2
 www.forjasbolivar.com / forjas@forjasbolivar.com



Figura 36. Ilustración de informe de MRST, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

El análisis también se realiza de cruzar variables como corriente vs voltaje, velocidad vs frecuencia, temperaturas vs corriente, entre otras. Con esa información se entrega el informe al cliente**.

*Coldecón es el proveedor de los dispositivos usados en este sistema.

**Debido a que aún se deben hacer correcciones del sistema no se ha compartido el informe aún con Argos Río Claro, se está trabajando con el equipo encargado del proyecto para poner a punto el MRST y enviar el primer informe.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3. Diseño, prototipado y fabricación de productos nuevos

- De la cuadreco se obtuvieron los siguientes resultados

1. Diseño:

- 1.1. Cuadreco - 1ACI100001 175X150X79.5 (ver figura 37)

Material: TIVAR ECO

Peso: 1.532 kg

Volumen: 1677958.427 mm³

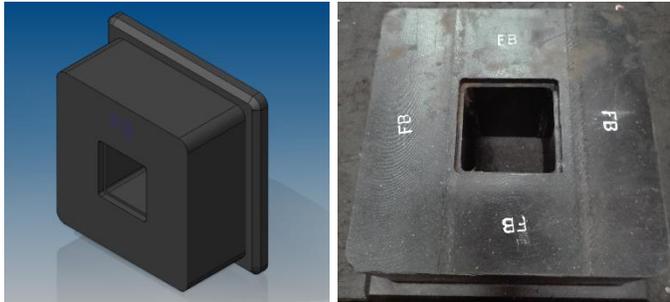


Figura 37. Producto final cuadreco, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

- 1.2. Buje Bipartido - 1ACI020001 55X50X99 (ver figuras 38, 39)

Material: AISI/SAE 4140 BONIFICADO

Peso: 1.184 kg

Volumen: 150805.269 mm³

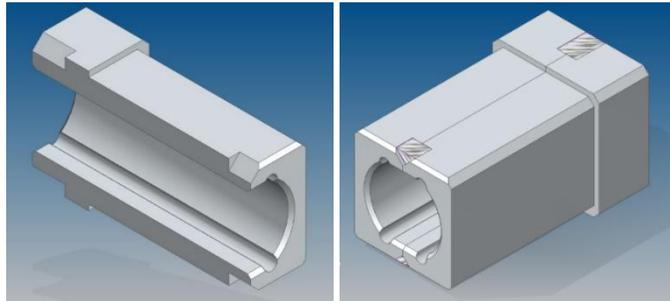


Figura 38. Ilustración gráfica tomada desde ST6 del buje bipartido, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).



Figura 39. Fotografía tomada por el aprendiz del buje bipartido después de mecanizar, extraído de: Teléfono celular Huawei Ascend P7 (ver fig. 13).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- 1.3. Arandela - 1ACI180001 \varnothing E88.9X \varnothing I38X6 (Producto estandarizado FB)
Material: HARDOX 450
Peso: 0.282 kg
Volumen: 12060.61 mm²
- 1.4. Pin Candado - 1ACI060001 3/16 R15.4 (Producto estandarizado FB)
Material: Acero INOX. 304
Peso: 0.063 kg
Volumen: 12060.61 mm²
- 1.5. Ensamble rueda Cuadreja (ver figura 40)
Peso: 24.425 kg
Volumen: 4594187.240 mm³

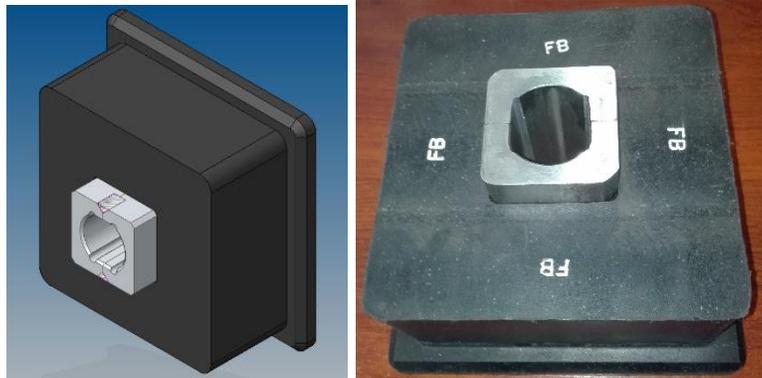


Figura 40. Ensamble de producto final para distribución, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

2. Operaciones:
 - 2.1. Cuadrecó
Mecanizado – CDM
Marca – Marcadora
 - 2.2. Buje Bipartido
Corte Longitudinal – Megas.
Corte Axial – Megas.
Mecanizado – CDM – Taller.
Rectificado – Rectificadora plana.
Soldadura – MIG.
Pulir soldadura acabado final – Esmeriles.
Probar Ajuste del buje con el eje – CDM – Taller.
 - 2.3. Ensamble rueda Cuadrecó
 - 2.3.1. Insertar Buje bipartido en cuadrecó, revisar plano.
 - 2.4. Embalaje (ver figura 41)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 41. Fotografía de Embalaje de las ruedas cuadro para su distribución tomada por el aprendiz, extraído de: Teléfono celular Huawei Ascend P7 (ver fig. 13).

3. Observaciones:

- 3.1. El buje bipartido se utilizará únicamente para conductores existentes.

Por otra parte, el practicante realizó un instructivo de ensamble para cambio de rueda fuera de borda convencional por rueda cuadrada, con el fin de facilitar el montaje de la rueda cuando se ejecute el paro por mantenimiento preventivo. Las ilustraciones mostradas fueron extraídas del software ST6. Este puede ser aplicado para cualquier tipo de rueda actual de FB.

“Instructivo de ensamblaje y cambio de ruedas fuera de borda de transportadores ya instalados en instalaciones de clientes de Forjas Bolívar S.A.S.”

Paso 0: Verifique que el conductor esté sin energía y detenido por completo.

Paso 1: Retire el Pin candado de la rueda actual que se extraerá (ver figura 42).

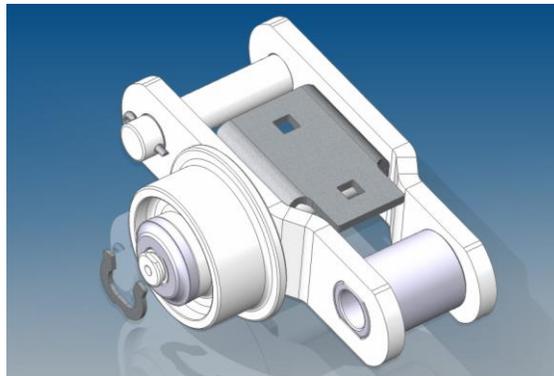


Figura 42. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Paso 2: Retire la rueda en su totalidad, incluida la arandela (ver figura 43).

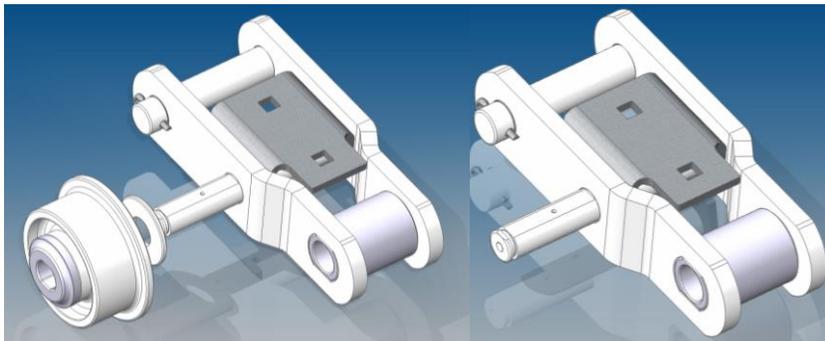


Figura 43. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 3: Inserte arandela nueva en el pasador largo (ver figura 44).

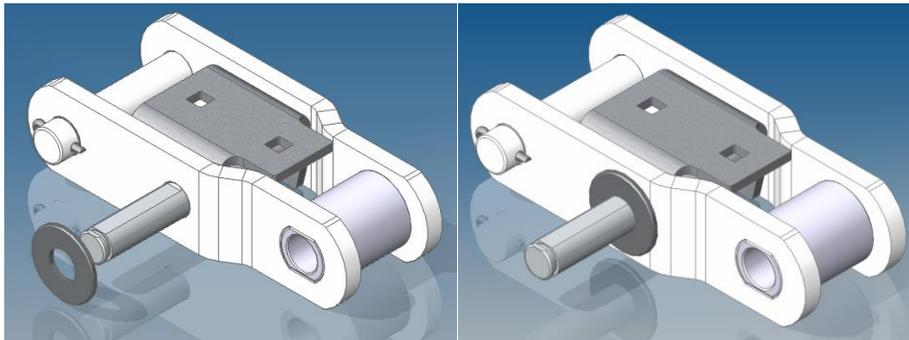


Figura 44. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 4: Inserte la rueda cuadrada deslizándola por el pasador largo (ver figura 45).

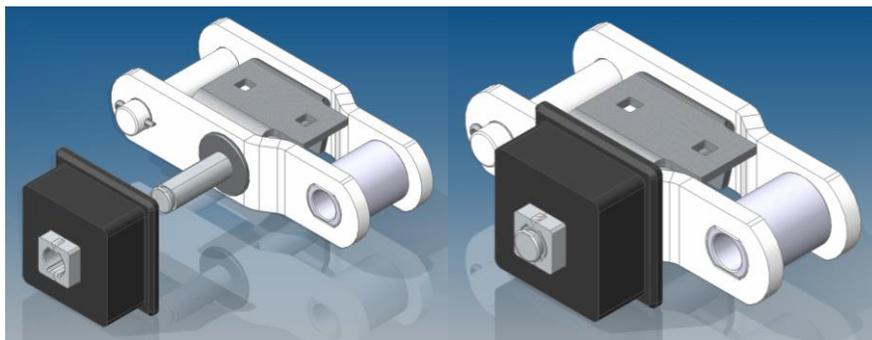


Figura 45. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 5: Inserte y ajuste el nuevo Pin candado (ver figura 46).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

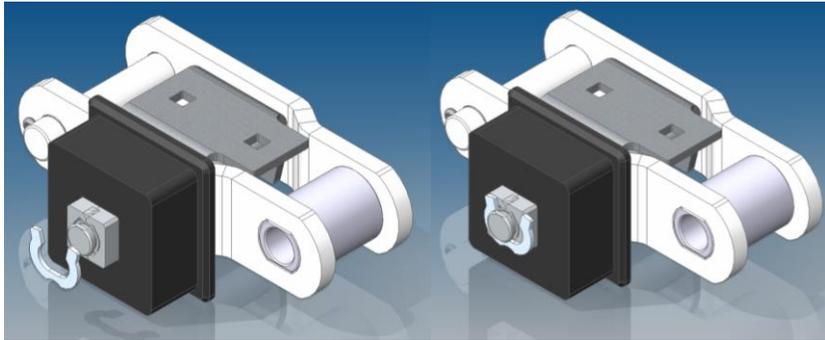


Figura 46. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Cuando la rueda cuadrada cumpla su tiempo de vida por la cara de contacto y la cadena ref. 2648 baje de su posición inicial realice las siguientes actividades:

Paso 6: Retire el Pin Candado (ver figura 47).

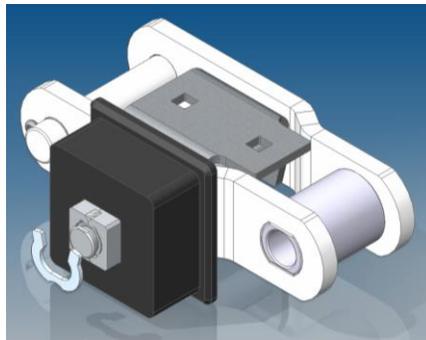


Figura 47. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 7: Retire la RUEDA cuadrada sin retirar la arandela (ver figura 48).

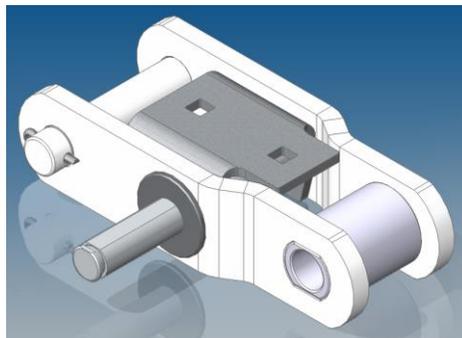


Figura 48. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 8: Desensamble el buje bipartido de la rueda cuadrada golpeándolo con una masa por la cara que está en contacto con la arandela (ver figura 49).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

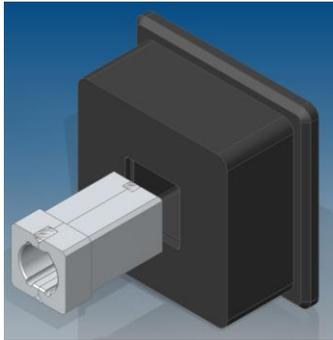


Figura 49. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 9: Ensamble de nuevo el buje bipartido teniendo en cuenta que debe ser rotado 90° (ver figura 50).

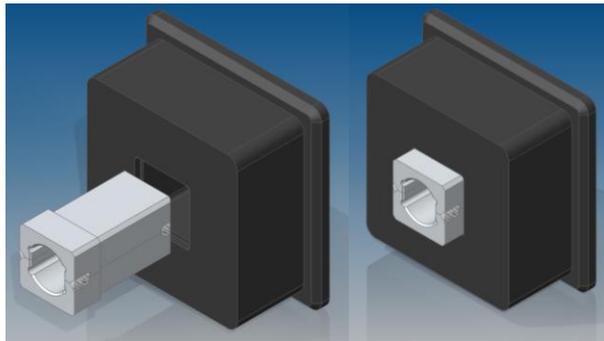


Figura 50. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 10: Insertar la rueda cuadrada de nuevo en el pasador largo verificando que la arandela siga en su posición inicial (ver figura 51).

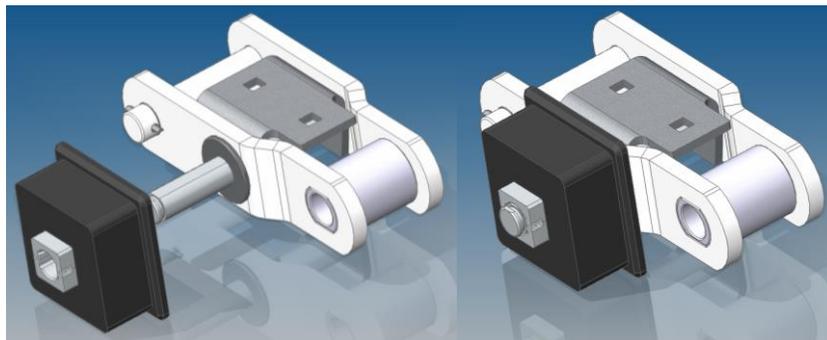


Figura 51. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Paso 11: Inserte y ajuste el Pin Candado (ver figura 52).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

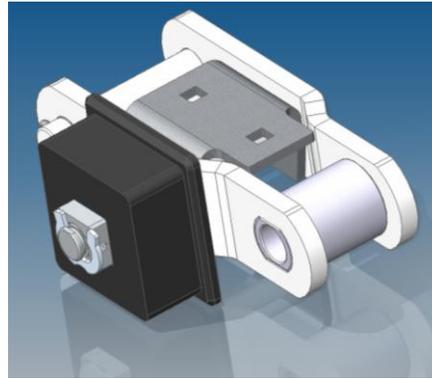


Figura 52. Ilustración rueda fuera de borda para instructivo de cambio de rueda, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Nota: Repita este procedimiento para cada rueda a reemplazar e instalar.

Está metodología fue propuesta por el aprendiz, y fue posible gracias a los conocimientos adquiridos en el laboratorio de sistemas de control y robótica del Parque i, de las asignaturas, dibujo, diseño mecatrónico II, simulación de sistemas mecatrónicos, ya que incentivan el uso de software CAD para la simulación de sistemas acorde a la necesidad.

- De la rueda para bagazo se obtuvieron los siguientes resultados

De la rueda sellada para bagazo aún no se obtienen resultados, ya que los analistas de la empresa están en proceso de creación de guía de fabricación, por ello sólo se tienen los planos de fabricación y ensamble del producto final (ver figura 53).

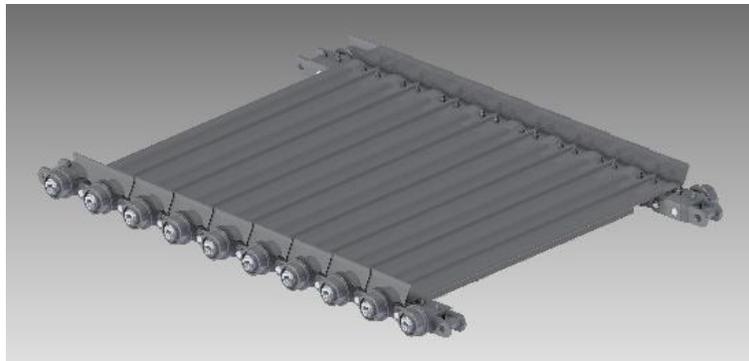


Figura 53. Ensamble de cadena más tablillas, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

- De la rueda sellada para líquidos y bagazo se obtuvieron los siguientes resultados

El practicante se dispuso con el técnico de la empresa a realizar levantamiento de información para el diseño de la rueda sellada para líquidos y bagazo, de allí se analizaron diferentes rodamientos, cojinetes de fricción, sellos en polímeros y macillas para retención

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

de líquidos, como resultado se encontró para mejores resultados en costo beneficio los siguientes componentes: un cojinete de fricción que actúa en el interior de la rueda, sellos en polímero para la retención de líquidos, o-ring para la retención de líquidos, y diseños de tapa, buje y rueda nuevos teniendo en cuenta los requerimientos técnicos. Además, se monitoreó el ensamblado después de tener las piezas fabricadas (ver fig. 54).

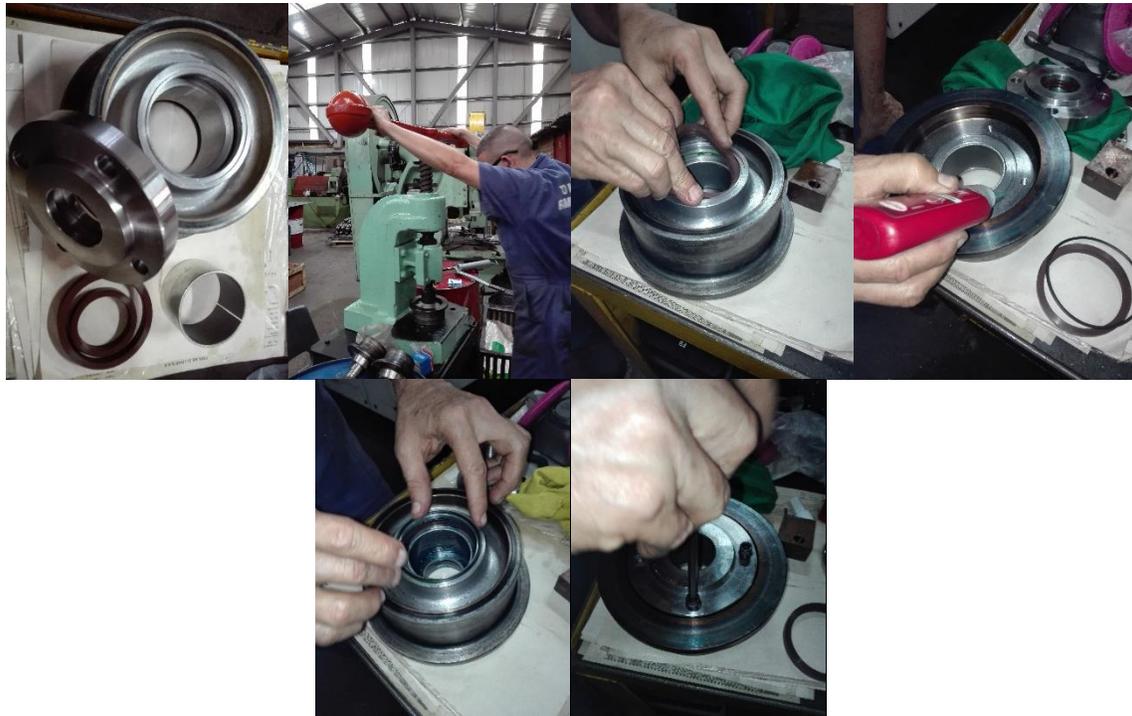


Figura 54. Fotografías tomadas por el practicante, seguimiento ensamble rueda sellada, extraído de: Teléfono celular Huawei Ascend P7 (ver fig. 13).

Resumen de Costos de las tres propuestas:

En las tablas 23, 24, 25 se presentan los costos reales para la empresa de los diferentes tipos de ruedas que fueron propuestas desde el área de innovación como nuevos productos

PROPUESTA No1: CUADRECO								
Código	Descripción	Cod. Materia Prima	Materia Prima	Unidad de Medida	Cantidad	Costo MP Por Unidad de Medida	Unidades /rueda	Costo Total /Rueda
Nuevo	Cuadreja	PI002275	Blanco cuadreja	Und	1	\$ 147,000.00	1	\$ 187,417.50
Nuevo	BUJE BIPARTIDO	MP000165	Palanquilla AISI 1045 (2 - 1/4)	Kg	2.64	\$ 2,138.50	1	\$ 5,645.64
1026507-1N	Pin Candado	1026507-1N		Und	1	\$ 1,099.70	1	\$ 1,099.70
	Soldadura	ER70S6		mt	0.301592895	\$ 2,305.68	1	\$ 695.38
TOTAL MATERIA PRIMA								\$ 194,162.84
TOTAL M.O.								\$ 57,083.87
TOTAL CIF								\$ 136,884.80
TOTAL								\$ 388,131.52

Tabla 23. Costos rueda Cuadrecó, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

PROPUESTA No2: RUEDA SELLADA PARA BAGAZO								
Código	Descripción	Cod. Materia Prima	Materia Prima	Unidad de Medida	cantidad Mp/Unidad	Costo MP Por Unidad de Medida	Unidades /rueda	Costo Total /Rueda
1026507-1H	Rueda 184.15X152.4X79.8			Und	1	\$ 52,373.00	1	\$ 52,373.00
1026507-1G	Buje forjado 69.75X90X100			Und	1	\$ 15,703.82	1	\$ 15,703.82
1026507-1L	Tapa	MP000983	HARDOX 450 - LAM 25 mm	Kg	2.55	\$ 4,300.00	1	\$ 10,965.00
Nuevo	Anillo	MP000983	HARDOX 450 - LAM 25 mm	Kg	2.55	\$ 4,300.00	1	\$ 10,965.00
1026507-1N	Pin Candado	1026507-1N		Und	1	\$ 1,099.70	1	\$ 1,099.70
	Soldadura	ER70S6		mt	0.301592895	\$ 2,305.68	1	\$ 695.38
TOTAL MATERIA PRIMA								\$ 91,801.90
TOTAL M.O.								\$ 26,989.76
TOTAL CIF								\$ 64,720.34
TOTAL								\$ 183,511.99

Tabla 24. Costos rueda sellada para bagazo, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

PROPUESTA No2: RUEDA SELLADA PREMIUM								
Código	Descripción	Cod. Materia Prima	Materia Prima	Unidad de Medida	cantidad Mp/Unidad	Costo MP Por Unidad de Medida	Unidades /rueda	Costo Total /Rueda
1026507-1H	RUEDA 184.15X152.4X79.8			Und	1	\$ 52,373.00	1	\$ 52,373.00
Nuevo	Buje Rueda D90 x 99	MP000734	AISI 4140. Diámetro 90 mm	Kg	5.2	\$ 4,000.00	1	\$ 20,800.00
Nuevo	Tapa Rueda D128 x 2	MP000317	AISI 1020. Lámina de 1"	Kg	3.8	\$ 2,700.00	1	\$ 10,260.00
Nuevo	O-Ring 2-152			Und	1	\$ 2,000.00	1	\$ 2,000.00
Nuevo	Perfil de caucho @INT(69.75 mm)@EXT(82 mm)			Und	1	\$ 3,000.00	1	\$ 3,000.00
Nuevo	Perfil de caucho @INT(43.9 mm)@EXT(57 mm)			Und	1	\$ 2,000.00	1	\$ 2,000.00
Nuevo	Tornillo Allen 5/16" x 1" UNC			Und	1	\$ 510.00	4	\$ 2,040.00
Nuevo	Cojinete de Fricción SKF PCM606540			Und	1	\$ 36,636.00	1	\$ 36,636.00
1026507-1N	Pin Candado	1026507-1N		Und	1	\$ 1,099.70	1	\$ 1,100.00
TOTAL MATERIA PRIMA								\$ 130,208.70
TOTAL M.O.								\$ 38,281.00
TOTAL CIF								\$ 91,797.00
TOTAL								\$ 260,287.19

Tabla 25. Costos rueda sellada de líquidos y bagazo, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

Análisis cotización Quadrant y empaquetaduras y empaques del material para la cuadreco (ver tabla 26):

Propuesta económica Quadrant y E							
ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA	CUADRADO POR BLOQUE	VALOR UNITARIO
1	LAMINA TIVAR ECO Espesor 3.5" x Ancho 48" x Longitud 120" Tolerancia estandar +/- 10% en dimensión. Cantidad mínima 2 láminas. Compras en múltiplos de 2 láminas.	30	\$ 14,784,000	\$ 443,520,000	12 SEMANAS	DESCARTADO	
2	PIEZA DE TIVAR ECO Espesor 3.5" x Ancho 7.25" x Longitud 120" Tolerancia estandar +/- 10% en dimensión. Tolerancia ancho y largo +/- 1/4". Cantidad mínima 12 piezas. Compras en múltiplos de 12.	180	\$ 2,625,000	\$ 472,500,000	14 SEMANAS		17
3	PIEZA DE TIVAR ECO Espesor 3.5" x Ancho 42.5" x Longitud 120" Tolerancia estandar +/- 10% en dimensión. Tolerancia ancho y largo +/- 1/4". Cantidad mínima 2 láminas. Compras en múltiplos de 2 láminas.	30	\$ 15,513,000	\$ 465,390,000	14 SEMANAS	102	\$ 152,088.24
4	PREFORMADA O NEAR NET SHAPE MODEADA EN NYLATRON GSM Material: Nylatron GSM cuadraja con cavidad 4 "as cast" (dibujo adjunto Cuadraja con cavidad 4). Pieza con menor masa, apropiada para la técnica de producción. Lote: 1200 piezas mínimo anual. Fabricación mínima de 400 piezas por cada oportunidad, es decir, 3 parciales. Tiempo de entrega piezas moldeadas: Para 1200 piezas, 18 semanas después de recibido el molde y aceptada la primera pieza moldeada, la cual será enviada vía aérea para su mecanizado y aceptación. Tolerancias: Por arriba de 5 mm para obtener dimensiones finales de plano mediante mecanizado.	2600	\$ 168,000	\$ 436,800,000	25 SEMANAS		\$ 187,417.5
5	MOLDE NEAR NET SHAPE CUADRAJA Según dibujo adjunto Cuadraja con cavidad 4	1	\$ 19,600,000	\$ 19,600,000			

Tabla 26. Análisis propuestos Quadrant, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.4. Introducción de equipos nuevos a Forjas Bolívar S.A.S.

- **Resultados obtenidos Mesas magnéticas:**

Después del análisis anterior mostrado en la metodología, se concluye que la viabilidad de integrar mesas magnéticas a FB es muy alta, por ello, el proyecto se trasladó para el área de compras, con el fin de estimar detalles de costos y realizar la OP.

Se estima que para finalizar febrero de 2019 se tomará acción para comprar el primer equipo. Ya los proveedores compartieron todos sus datos empresariales para seguir con el proceso de documentación del proyecto.

El aprendiz realizó con ayuda de ex miembro de FB antes líder de innovación toda la recopilación de datos y análisis de costos.

- **Resultados obtenidos Escáner 3D:**

En recomendación del aprendiz, y según los análisis hechos anteriormente, es debido de realizar la compra del equipo Artec LEO, ya que es el más capacitado para cumplir con los requerimientos de la empresa, además, la prota adquisición del producto será un gran avance de innovación para la empresa, ya que se destinará para la generación de nuevos productos, nuevos planos, nuevos proyectos y la implementación de ingeniería inversa, la cual está ligada al uso de softwares CAD y la experiencia del usuario.

El aprendiz realizó una prueba de validación con la empresa IMOCOM, realizando el escaneo de un rodillo usado en las ruedas fuera de borda, el cual le proporcionó un tratamiento en el software Solid Edge para convertir el documento .stl en un archivo nuevo .parasolid que funciona a la perfección para extraer un plano referente al escaneo 3D (ver figura 55).

Por ello comprueba que el sistema es válido para el uso de FB y abrirá puertas para nuevos nichos de negocio.

Por otra parte, el practicante investigó como realizar ingeniería inversa en documentos CAD, esto fue gracias a que la institución siempre propuso actividades que incentivaban el uso de estos software, y también gracias a la posibilidad que la mecatrónica tiene de manejar muchas ramas que la perfilan para desarrollar muchas competencias en el aprendiz.

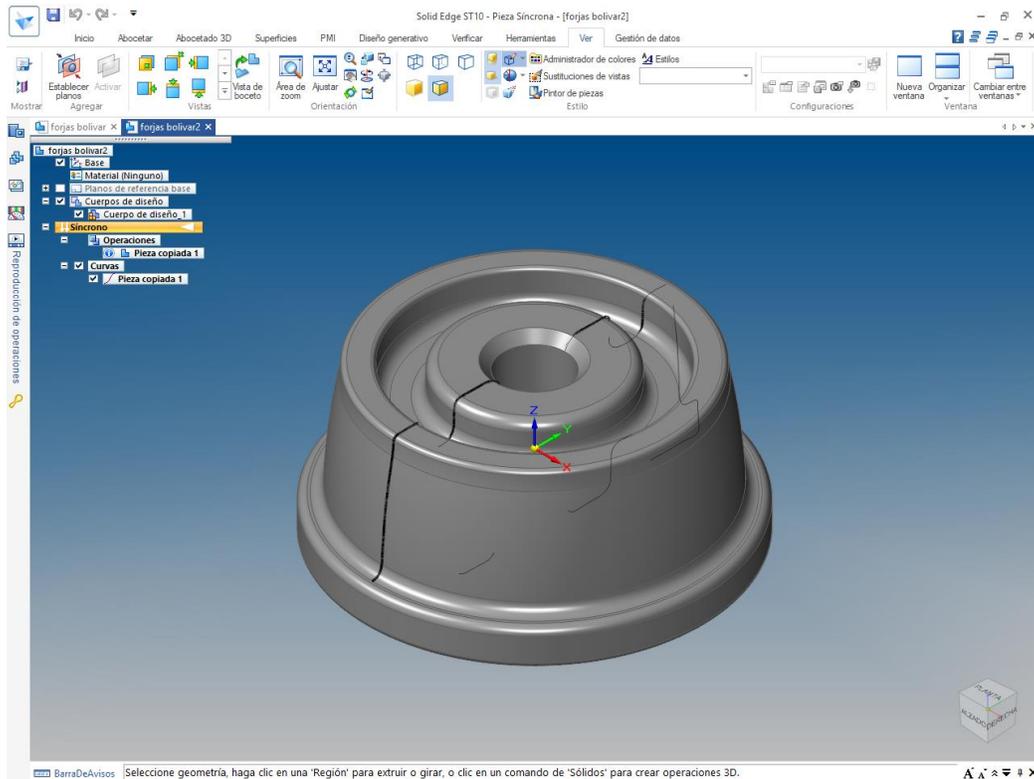


Figura 55. Ilustración rueda fuera de borda después de realizar ingeniería inversa por el aprendiz, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

4.5. Programa Innovamos

- **Resultado informe 2018 del programa innovamos:**

a) NÚMERO TOTAL DE PROPUESTAS RECIBIDAS: 104 (ver figura 56)

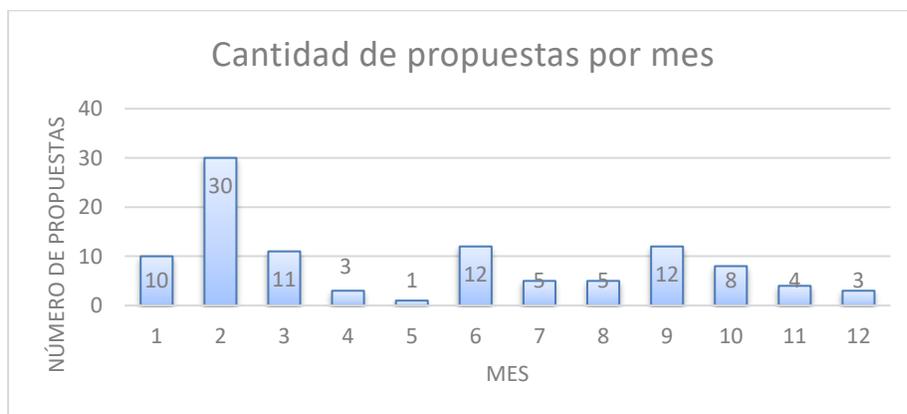


Figura 56. Distribución de propuestas mes a mes, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

b) INDICADOR DE “APROBACIÓN” (ver figura 57).

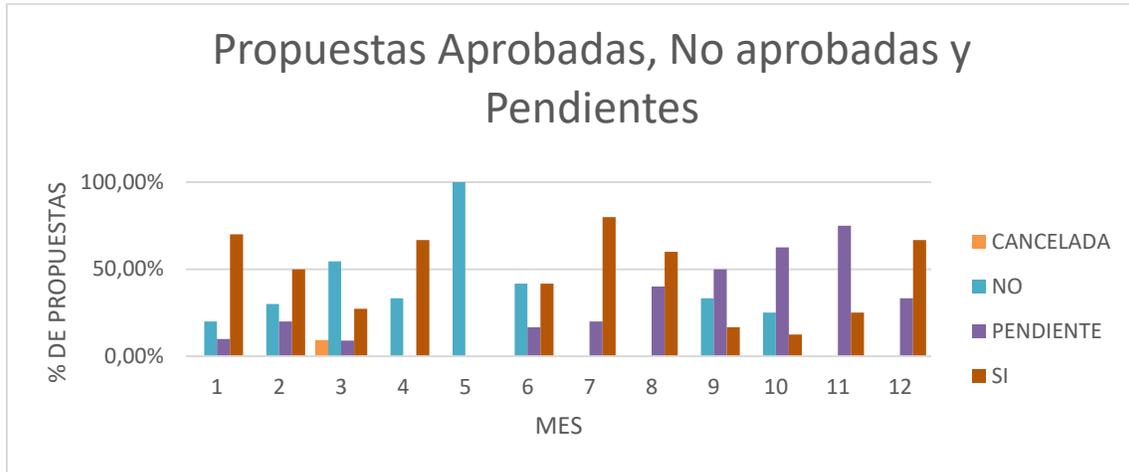


Figura 64. Propuestas aprobadas, no aprobadas y pendientes mes a mes, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

$$i_{Aprobación} = \frac{\text{Total propuestas aprobadas}}{\text{Total propuestas recibidas}} = \frac{45}{104} = 43.27\%$$

Explicación: El 43.27% de las propuestas presentadas han sido aprobadas.

c) INDICADOR DE “PROPUESTAS POR CATEGORÍA” (ver figura 58).

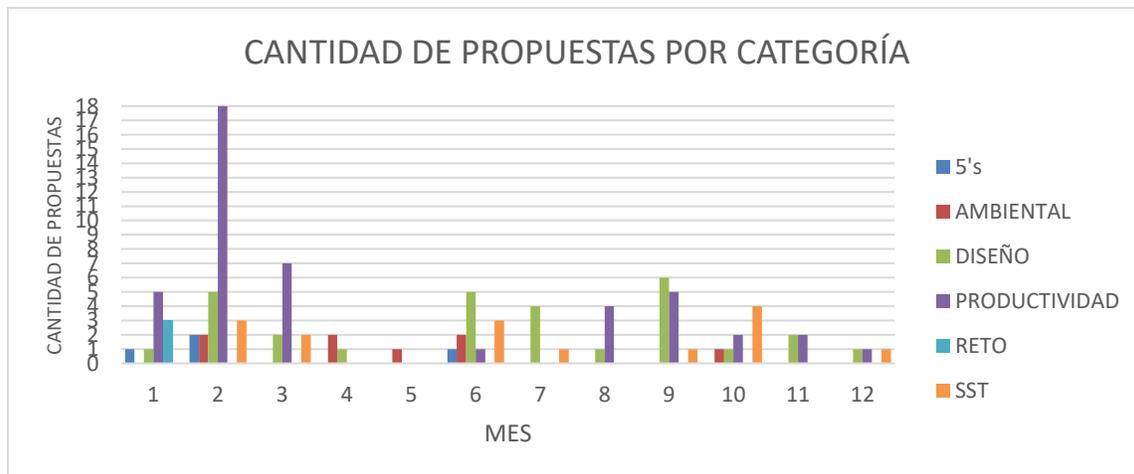


Figura 58. Distribución de Propuestas por categoría mes a mes, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

d) INDICADOR DE “PROPUESTAS POR CATEGORÍA PORCENTUAL” (ver figura 59).

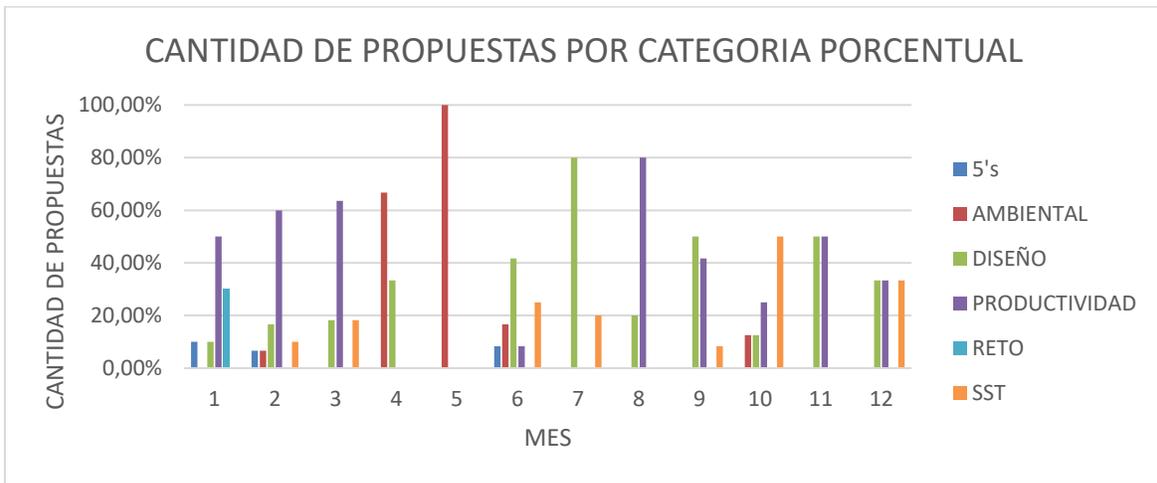


Figura 59. Propuestas por categoría mes a mes (porcentual), extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

e) PROPUESTAS POR CATEGORÍA (ver figura 60).

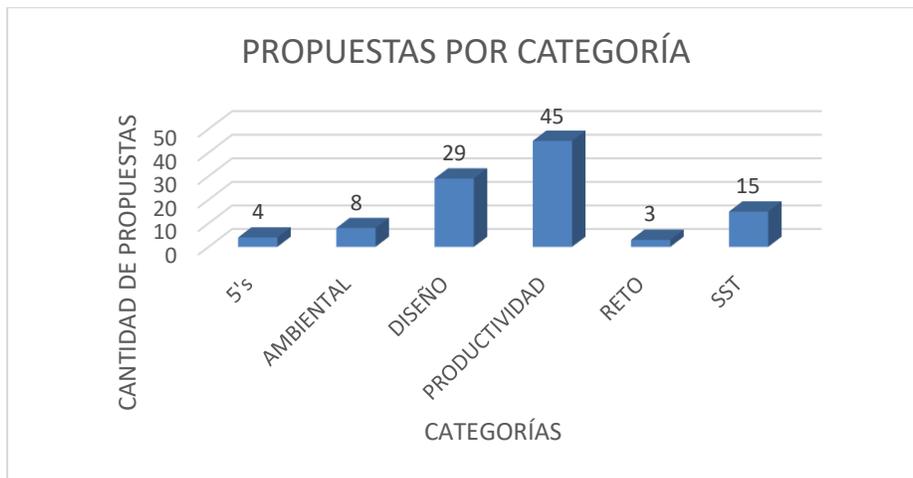


Figura 60. Propuestas por categoría durante semestre 2018 (valores), extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

f) INDICADORES DE PROPUESTAS POR CATEGORÍA:

$$i_{5's} = \frac{\text{Total propuestas Productividad}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{5}{104} = 4.81\%$$

$$i_{\text{Productividad}} = \frac{\text{Total propuestas Productividad}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{45}{104} = 43.27\%$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$i_{\text{Diseño}} = \frac{\text{Total propuestas Diseño}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{29}{104} = 27.88\%$$

$$i_{\text{Ambiental}} = \frac{\text{Total propuestas Ambiental}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{8}{104} = 7.69\%$$

$$i_{\text{SST}} = \frac{\text{Total propuestas SST}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{15}{104} = 14.42\%$$

$$i_{\text{Ideas-Reto}} = \frac{\text{Total Ideas - Reto}}{\text{Total de propuestas presentadas}} = \frac{3}{104} = 2.88\%$$

$$i_{\text{Estratégicas}} = \frac{\text{Total Estratégicas}}{\text{Total propuestas presentadas}} = \frac{0}{104} = 0\%$$

g) INDICADOR DE “PROPUESTAS POR ÁREA” (ver figura 61).



Figura 61. Distribución de propuestas por área (Durante Semestre 01-2018), extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

h) DISTRIBUCIÓN DE PROPUESTAS POR ÁREA PORCENTUAL (ver figura 62).

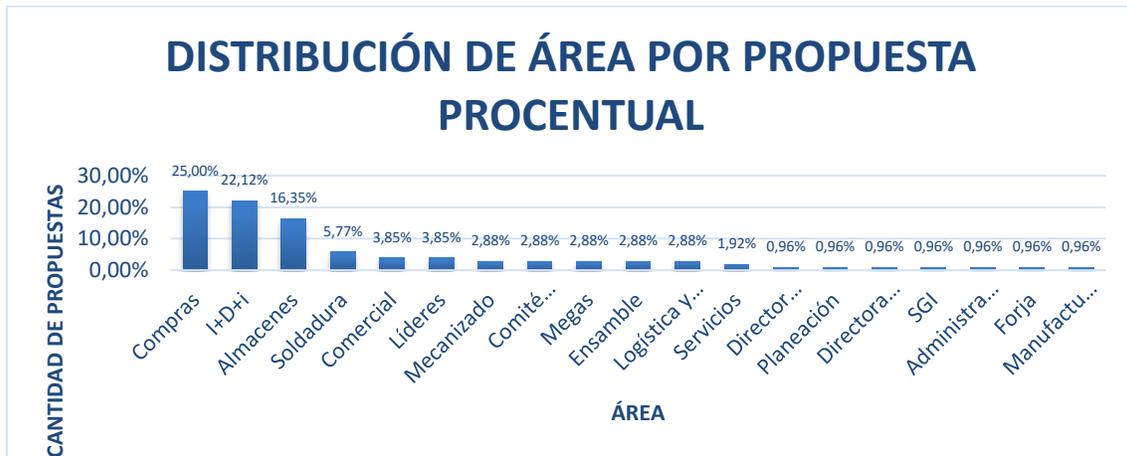


Figura 62. Distribución porcentual de propuestas por área, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

El 59% de las ideas recibidas fueron presentadas por personal de I+D+i, almacenes y operaciones.

i) INDICADOR DE “MOTIVACIÓN”.

El indicador:

$$i_{Motivación} = \frac{\text{Total de personas que presentan propuestas}}{\text{Número de empleados en la compañía}} = \frac{36}{224} = 16.07\%$$

Explicación: El 16.07% de los empleados de la compañía presentaron propuestas al programa Puntos Innovamos.

j) INDICADOR DE “RETORNO” SOBRE LA INVERSION EN INNOVAMOS (ver figura 63).

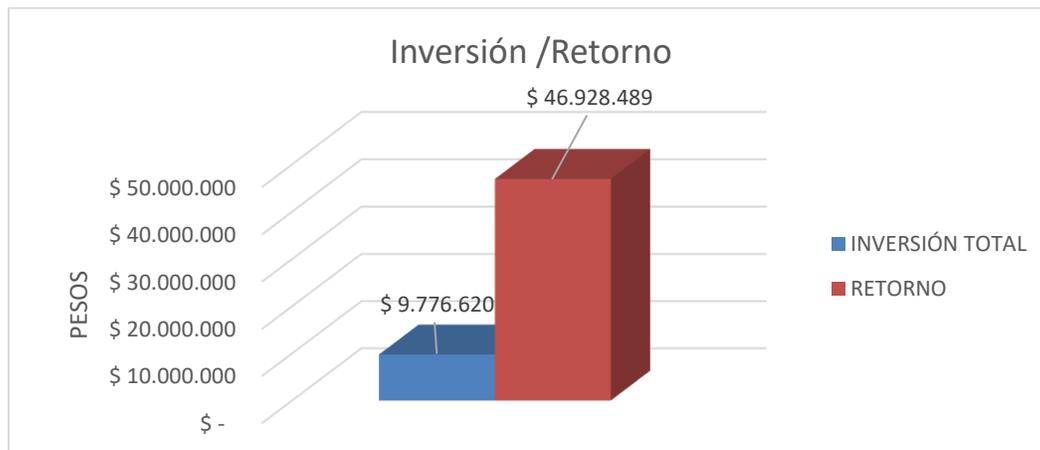


Figura 63. Valores para calcular el indicador de Retorno, extraído de: estación de trabajo de computo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$i_{\text{Retorno}} = \frac{\text{Centro de costos de innovación}}{\text{Retorno por innovación}} = \left(1 - \frac{\$9.776.620}{\$46.928.489} \right) * 100 = 79.17\%$$

Explicación: Se ha efectuado a la compañía un retorno correspondiente al 79.17% de la inversión en proyectos de innovamos.

4.6. Investigaciones en curso

- Cambios rápidos en forjas para platineria de cadenas de ingeniería.
- Investigación e implementación para el uso de sistemas mecatrónicos automatizados en la cizalla para corte de varillas usada en el área de corte de materia prima (programa de innovamos).
- Investigación e implementación de soluciones innovadoras que incluyan sistemas mecatrónicos relacionado con la manipulación del poli pasto usado en la planta de tratamientos térmicos.
- Robotización en el área de centros de mecanizado para el suministro de materia prima preparada para mecanizar y dar medidas finales respecto a un plano.
- Investigación e implementación para la automatización de los hornos por inducción usados en el área de Forjas (#30 - #61).
- Reto: Bajo consumo
- Reto: Gran formato
- Reto: MRST

Todas estas investigaciones se realizan por un equipo de trabajo de FB que innovación determina, la continuación de los Retos es primordial, ya se llevan desarrollando durante el 2018.

El aprendiz ha sido parte de estas investigaciones aportando su conocimiento adquirido durante el proceso que ha llevado en el ITM.

4.7. Plan de innovación 2019

El plan de innovación fue aprobado por la jefe de ingenierías, de allí, se están desarrollando esas actividades por el aprendiz en conjunto con equipos de trabajos destinados como recursos vitales para el desarrollo de estas investigaciones; su aporte viene ligado a todo lo que ha aprendido en la academia como es consulta de patentes, búsqueda de proyectos similares, presentación de proyectos con soluciones de automatización y robotización de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

los procesos en FB con costos beneficios, y con la ejecución de prototipos o muestras de validación para la documentación de las investigaciones.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. Conclusiones

- Fortalecimiento de los saberes y haceres del aprendiz fueron parte de este proceso de prácticas, ya que FB es una empresa que por sus estándares de calidad es muy técnica y apegadas a las normas de la ingeniería, por ello, asignaturas como fundamento social del derecho, diseño, diseño mecatrónico I y II, estadística, gestión ambiental, inglés, entre otras, son provechosas en este ambiente de trabajo y aportaron en gran medida el desarrollo de las prácticas profesionales.
- La mecatrónica gracias a ser una carrera interdisciplinaria, le dio la oportunidad al aprendiz de desarrollar nuevas habilidades y competencias que se probaron en FB y de manera satisfactoria el proceso de prácticas profesionales le otorgó al practicante la oportunidad de conocer hasta dónde puede llegar y que debe fortalecer, por ejemplo, el uso de las herramientas para el diseño básico de elementos de máquinas.
- El plan de innovación estuvo acorde a las necesidades actuales y futuras de Forjas Bolívar S.A.S. el cual se siguió desarrollado durante las prácticas profesionales en la ocupación del aprendiz como líder de innovación.
- Gracias a la ayuda del software Solid Edge ST6, FB a pesar de ser una entidad con grandes estándares y exigencias de calidad, aceptó los nuevos diseños propuestos por el practicante que fueron analizados por el área de ingeniería encargada en aprobar nuevos productos, algunos ya hacen parte del portafolio de productos nuevos de la empresa, otros se encuentran en pruebas de campo para validar funcionalidad.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- La prueba piloto MRST, continua en pruebas de funcionamiento, donde el aprendiz genera informes producidos que han sido soporte para realizar correcciones e intervenciones vitales, en el cual, se implementa el análisis, mejoramiento, realización de correcciones y la retroalimentación del proyecto.
- El aprendiz afinó sus conocimientos que ya tenía respecto al diseño y generación de planos adquiridos en la institución, aprendió nuevas técnicas para monitorear proyectos y mantuvo relaciones competentes con las áreas que la empresa tiene para la ejecución de las tareas en el área de innovación.
- Los resultados obtenidos de esta práctica profesional, fueron satisfactorios por las competencias adquiridas en la academia que el aprendiz desarrolló durante su carrera profesional, cada asignatura aportó al practicante una parte importante para desenvolverse en Forjas Bolívar, además, los valores éticos y morales que los docentes inculcan a los estudiantes para ser excelentes profesionales y buenas personas.
- El hecho de que el estudiante también vivió una experiencia de intercambio en México gracias a el ITM, el aprendiz logró diferenciar las industrias que logró conocer en dicho país en comparativa con lo que vivió en FB, por ello se concluye que la mecatrónica debe ser potenciada otorgando al estudiante prácticas profesionales de un tiempo más prolongado para aplicar mejor todos los saberes y hacer adquiridos durante el proceso de aprendizaje.

5.2. Recomendaciones

- Para culminar correctamente todas las actividades propuestas, el aprendiz debió tener disponibilidad de los recursos necesarios, por ello se recomienda a FB tener planes de contingencia desde el área de planeación para mejorar la disponibilidad de las maquinarias a intervenir.
- Si se desea potencializar el área de innovación en la empresa, se debe optar por el aumento de personal, ya que la carga de trabajo se vuelve intensa para una sola persona, debido a ello es recomendable estudiar la posibilidad de generar nuevos recursos para FB de personal calificado para suplir esta necesidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Para la puesta a punto del sistema MRST es pretendiente realizar correcciones, las cuales son de gran importancia para la finalización del proyecto, en este punto se podrá cuantificar la magnitud e impacto del mismo. Para ello, la empresa debe liberar los recursos necesarios.
- La forjadora horizontal #25 posee un proceso vital en la fabricación de piezas para los transportadores de materia prima, por ello debe ser intervenida para mejorar la capacidad actual de la máquina.
- Debido a que la mecatrónica no está casi desarrollada en la industria metalmecánica en Colombia, es recomendable que la institución también tenga un enfoque de la mecatrónica hacia la innovación, el uso de sistemas CAD para la ingeniería inversa que serán de gran aporte para los estudiantes que deban incursionar en esta industria.
- Para futuros aprendices que se involucrarán en prácticas profesionales con Forjas Bolívar, deben saber que esta es una de las empresas más técnicas que pueden haber a nivel nacional por sus altos estándares de calidad, por ello se debe ser más estricto con las labores que la empresa pide, es decir, tener muy presente siempre que estamos regidos de leyes, reglas, políticas, normas en la ingeniería, así mismo, es recomendable informarse de ellas para tener una base sólida y fundamentar el trabajo realizado.

5.3. Trabajo futuro

- Seguir atrayendo nuevos proveedores con la capacidad de suplir la demanda constante de FB para mejorar sus estándares de calidad.
- Mejorar la comunicación entre los diferentes departamentos de la empresa, de esta manera, los proyectos se realizarán con mayor efectividad.
- Realizar las correcciones pertinentes al sistema de MRST para dar puesta a punto y añadirlo como nuevo producto en el portafolio de FB.
- Investigar constantemente en avances tecnológicos que se encuentren al alcance de la empresa para continuar con el mejoramiento continuo e incrementar el valor agregado en la innovación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Álvarez Laverde, H. (2017). CeroAverias.com - Realmente Que Es TPM. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/357091120/CeroAverias-com-Realmente-Que-Es-TPM>
- ASALE, R. (2010). multímetro. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=Q4O3NbC>
- Castro Lozano, C., & Romero Morales, C. (2019). Introducción a SCADA [Ebook] (1st ed.). Córdoba. Recuperado de <http://www.uco.es/grupos/eatco/automatica/ihm/descargar/scada.pdf>
- Colciencias, C. (2019). Innovación Empresarial | COLCIENCIAS. Recuperado de <https://www.colciencias.gov.co/innovacion/empresarial>
- De, D. (2008). Definición de Excel — Definicion.de. Recuperado de <https://definicion.de/excel/>
- J. H. Felizzola, C. Amaya, L. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. Arica, v. 22, n. 2.
- Die Bibliothek der Technik. (2019). Hot Forging on Horizontal MultiStage Presses [Ebook] (1st ed., pp. 1 - 25). Munich - Germany. Recuperado de http://www.euroforge.org/fileadmin/user_upload/eLibrary/Hot_Forging_On_Horizontal_Multi-Stage-Presses_Seissenschmidt_2007.pdf
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare, (ISSN 0718-3305), 1-8. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- Fluke, F. (2017). fundamentos de la electricidad. Recuperado de <https://www.fluke.com/es-co/informacion/mejores-practicas/aspectos-basicos-de-las-mediciones/electricidad/que-es-un-multimetro-digital>
- Forging Industry association, F. (2019). About Forging | Forging Industry Association | Worldwide Integration, Innovation, and Development. Recuperado de <https://www.forging.org/about#top>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Gómez, I., Suárez, C., & Flórez, J. (2009). iPOR QUÉ EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) NECESITA DE INGENIERÍA EN CONFIABILIDAD? [Ebook] (1st ed., p. 2). Bogotá – Colombia: Grupo de investigación DECAL. Recuperado de http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances_10/r10_art5.pdf
- Hexagon, H. (2019). Leica Absolute Tracker AT960 Scanner Bundle. Recuperado de <https://www.hexagonmi.com/products/laser-tracker-systems/leica-absolute-tracker-at960-scanner-bundle>
- Hexagon, H. (2019). ROMER Absolute Arm with integrated scanner. Recuperado de <https://www.hexagonmi.com/products/portable-measuring-arms/romer-absolute-arm-with-integrated-scanner>
- Inc., L. (2015). Escáneres 3D portátiles para digitalización 3D | Handyscan 3D de Creaform. Recuperado de <https://www.creaform3d.com/es/soluciones-de-metrologia/escaneres-3d-portatiles-handyscan-3d>
- Ingenieros, M. (2019). ¿Qué es SMED? - MTM Ingenieros. Recuperado de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>
- Kalpakjian, S., Schmid, S., Sanchez Garcla, G., Figueroa López, o., & Sandoval Palafox, F. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología cSerope Kalpakjian, Steven R. Schimd; traducción Gabriel Sanchez García; revisión técnica Ulises Figueroa Lopez, Francisco Javier Sandoval Palafox (4th ed., pp. 250 - 566). México: Pearson Educación.
- Lab, F. (2013). Velocidad. Recuperado de <https://www.fisicalab.com/apartado/velocidad#contenidos>
- Lovato Electríc S.P.A. Ilustración de multímetro digital. Recuperado el 4 de noviembre de 2019, Propiedad de Forjas Bolívar S.A.S. Lovato manual DMG 600 – DMG 610.pdf
- Mahir, A. (2015). Industrial Sensors | AL MAHIR FACTORIES MACHINERY SPARE PARTS TR. LLC. Recuperado de <https://almahirmachinery.com/2015/12/26/industrial-sensors-supplier-uae-distributor/>
- Moreno, M. (2019). CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) [Ebook] (1st ed., pp. 6 - 20). Buenos Aires - Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c. Recuperado de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>

- Padilla Abeja, E. (2010). 2.5.4 POTENCIA ELECTRICA - FISICA. Recuperado de <https://sites.google.com/site/fisicacbtis162/services/2-5-4-potencia-electrica>
- Presa, S. (2015). Aplicación de la metodología Lean Six Sigma en la mejora continua de procesos: Un estudio de caso. Recuperado de <https://pmi-mad.org/index.php/socios/articulos-direccion-proyectos/834-aplicacion-de-la-metodologia-lean-six-sigma-en-la-mejora-continua-de-procesos-un-estudio-de-caso>
- SAE, G. (2019). SAE - Diseño industrial - Qué es Solid Edge. Recuperado de http://www.academiasae.com/paginas/empresas/disenio/industrial_que_es_solid_edge.html
- Scanners, 3. , & Leo, A. (2019). Wireless Handheld 3D Scanner | Artec Leo | Best 3D Scanning Solutions. Recuperado de <https://www.artec3d.com/portable-3d-scanners/artec-leo>
- Shining, 3. (2018). Multi-functional Handheld 3D Scanners--Shining 3D Tech Co., Ltd. Recuperado de http://en.shining3d.com/3d_digitizer-87.html
- Teléfono celular - EcuRed. (2019). Recuperado de http://www.ecured.cu/Tel%C3%A9fono_celular
- Terry, K. (2006). What Is DMAIC? | iSixSigma. Recuperado de <https://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/dmaic/what-dmaic/>
- Wikipedia, W. (2019). Polietileno. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno>
- Wikipedia, W. (2012). Estación de trabajo. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_trabajo
- Zeiss. (2017). 3D Scanning Systems. Recuperado de <https://www.zeiss.com/metrology/products/systems/optical-systems/3d-scanning.html>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ANEXOS

Anexo A. Listado de escáneres 3d referenciados

a) SHINING EIN SCAN PRO 2X PLUS (ver figura 64):

- Es portable, su tecnología es por luz estructurada.
- Necesita un equipo de cómputo al momento de realizar el escaneo para la adquisición de datos.
- Debe estar conectado a una fuente de energía, a su vez, el equipo de cómputo necesita una fuente de energía.
- Necesita targets.



Figura 64. Ilustración escáner shining, extraído de: http://en.shining3d.com/3d_digitizer-87.html.

b) ZEISS – T SCAN (ver figura 65):

- Es portable, su tecnología es laser, no necesita targets.
- Necesita un equipo de cómputo al momento de realizar el escaneo para la adquisición de datos.
- Debe estar conectado a una fuente de energía, a su vez, el equipo de cómputo necesita una fuente una fuente de energía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 65. Ilustración escáner Zeiss, extraído de: <https://www.zeiss.com/metrology/products/systems/optical-systems/3d-scanning.html>.

c) CREAFORM - ATE GROUP - HANDY SCAN 3D (ver figura 66):

- Es portable, su tecnología es laser. No necesita targets.
- Debe estar conectado a una fuente de energía.
- Necesita un equipo de cómputo al momento de realizar el escaneo para la adquisición de datos.



Figura 66. Ilustración escáner CREAFORM, extraído de: <https://www.creaform3d.com/es/soluciones-de-metrologia/escaneres-3d-portatiles-handyscan-3d>.

d) ARTEC LEO - 3D SYSTEMS (ver figura 67): (Cotización – 05/12/2018 – 05/01/2019)

- Es portable, su tecnología es por luz estructurada VCSEL.
- No necesita de un equipo de cómputo para la adquisición de datos.
- No debe de estar conectado a la luz ya que tiene una batería integrada con autonomía de 4 horas.
- No necesita targets.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 67. Ilustración escáner ARTEC LEO, extraído de: <https://www.artec3d.com/portable-3d-scanners/artec-leo>.

**e) LEICA AT90-SR ABSOLUTE TRACKER + SCANNER LAS-XL – LEICA (ver figura 68):
(Cotización – 23/01/2019 – 10/02/2019)**

- Es portable, su tecnología es laser movible de luz roja.
- Necesita un equipo de cómputo al momento de realizar el escaneo para la adquisición de datos.
- Debe estar conectado a una fuente de energía, a su vez, el equipo de cómputo necesita una fuente una fuente de energía.
- No necesita targets.
- Contiene batería incorporada con autonomía de 3 horas.
- Posee un cable para el sensor de 1.5 m.
- Posee un cable para el LAS-XL de 5 m.
- Estuche de transporte. Protección ambiental IP54.
- Conectividad WI-FI.



Figura 68. Ilustración escáner Leica, extraído de: <https://www.hexagonmi.com/products/laser-tracker-systems/leica-absolute-tracker-at960-scanner-bundle>.

**f) BRAZO DIGITALIZADOR DE MEDICIÓN PORTÁTIL ROMER ABSOLUTE ARM7 EJES
SERIE 8735-7 RS5 – LEICA (ver figura 69): (Cotización – 23/01/2019 – 10/02/2019)**

- Es portable, su tecnología es por láser movible de luz roja y palpación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Necesita un equipo de cómputo al momento de realizar el escaneo para la adquisición de datos.
- Debe estar conectado a una fuente de energía 110 – 240 V, a su vez, el equipo de cómputo necesita una fuente de energía.
- Tiene incorporado la opción de colocar diferentes palpadores.
- No necesita targets.
- Uso de trípode.



Figura 69. Ilustración escáner Leica, extraído de: <https://www.hexagonmi.com/products/portable-measuring-arms/romer-absolute-arm-with-integrated-scanner>.

g) PHOTOGRAMMETRY – ZEISS (ver figura 70): (Cotización – 05/12/2018 – 05/02/2019)

- Es portable, su tecnología es por captura de imágenes y procesamiento por software.
- No necesita de un equipo de cómputo para la adquisición de datos.
- No debe estar conectado a la luz ya que tiene una batería integrada, cambiabile.
- Necesita targets.



Figura 70. Ilustración solución fotogrametría- Zeiss, extraído de: Cotización generada por CIMEX, información encontrada en estación de trabajo de cómputo marca DELL ubicada en FB (ver fig. 8).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Anexo B. Actas de reunión forjadora #25

Actas de reunión que se realizaron como resultado del desarrollo del proyecto, en estas se visualiza los avances y tareas pendientes que el practicante fue recopilando, al final el practicante retomará con una conclusión importante sobre este proyecto.

a) Fecha: 29/Septiembre/2018

Se discutió de temas importantes para el desarrollo del proyecto, entre ellos están los siguientes:

- Investigar las nuevas tecnologías de prensas forjadoras y determinar qué diferencias existen con respecto a la máquina actual.
- Implementar Sistema de sujeción hidráulico para los sujetadores del die set para agilizar el proceso y garantizar que queden asegurados con la misma fuerza y al mismo nivel.
- Realizar diagnóstico de desajuste y desalineación de la máquina, recuperar y rectificar guías y carnero.
- Implementar clutch neumático para poder realizar el ajuste inicial de los moldes de manera segura (sin estrellar el carro posterior con el molde).

En base a lo anterior se debe proceder a realizar un mantenimiento exhaustivo a la forjadora #25 con el fin de encontrar y cuantificar los problemas y desajustes que tiene actualmente, con dicho diagnóstico se procedería a ejecutar los diferentes arreglos que se necesitan. Es importante identificar si realizar este tipo de operaciones es muy costoso o es viable, ya que es posible que en el mercado se encuentre una máquina que tenga una tecnología que supla nuestra necesidad, este hecho lo sabremos consultando acerca de la disponibilidad de máquinas con las características de la forjadora #25.

Por otra parte, moldes Medellín nos ofrece un seguimiento continuo del proyecto, un diagnóstico, y la recuperación de la máquina, pero es importante que nosotros tengamos un plan que pueda ser seguido y ejecutado teniendo en cuenta la producción actual para no detener la máquina por un tiempo muy largo, esto se lograría realizando las reparaciones por tramos, es decir, atacar lo más importante primero e ir haciendo reparaciones dependiendo de la disponibilidad de la máquina.

La persona encargada de Moldes Medellín, realizaría una cotización si decidimos que el proceda a recuperar la máquina, para ello se debe tener a la mano la hoja de vida correspondiente a la forjadora. Él asegura que hay material para trabajar y, depende de que la máquina quede totalmente alineada para proceder a la elaboración de nuevas matrices; esto es necesario porque actualmente elaborar nuevos die set sería perder tiempo y dinero ya que es seguro que volverán a llegar en mal estado rápidamente por el desajuste de la máquina. En el momento de eliminar las variables de desajuste, los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

die set cobrarían vida, es decir, aseguraría que el desgaste de la máquina sería mucho menor.

b) Fecha: 11/Octubre/2018

Contextualizar sobre el objetivo del proyecto que es optimizar los tiempos de alistamiento en la Forjadora 25, y la importancia que tiene para Forjas Bolívar este trabajo ya que por esta máquina pasan los pernos forjados de mayor valor en el mercado.

Para lograr el objetivo del proyecto y entrar a intervenir los moldes se debe garantizar previamente que la máquina no presenta desajustes. Una vez logrado esto se realizará la intervención de los moldes con el propósito de eliminar la necesidad de utilizar calzas durante el alistamiento.

El plan de trabajo definido es:

- Se adelantarán los pedidos pendientes que pasen por la Forjadora 25 (esta labor ya está siendo ejecutada) con el fin de abrir una ventana en la programación de la máquina para la intervención.
- Se Programará para la semana entre el 15 y el 19 de octubre un montaje que implique pasar del molde 1600 a 1700 con el fin de documentar todas las actividades del alistamiento más largo que tiene la máquina.
- Luego de realizar el montaje se procederá a realizar el diagnóstico de la máquina con el fin de identificar el origen de los desajustes y las piezas o repuestos que necesitan ser reparadas, fabricadas o adquiridas con el fin de eliminar los desajustes de la máquina.
- Cuando se realice el diagnóstico se debe tener disponible a un dibujante que realice los planos de los repuestos que se requieran.
- Durante el diagnóstico se debe documentar los hallazgos y luego se debe programar una reunión para analizar los problemas encontrados y plantear soluciones.

Algunas de las ideas que se tienen para la optimización de la máquina o de los moldes son:

- Implementar un sistema de alineación de la máquina que permita determinar si las guías de la máquina están centradas de manera ágil para futuros mantenimientos.
- Implementar guías en los moldes que ayuden a dirigir el desplazamiento y el cierre final de las partes de los moldes.
- Anteriormente la máquina tenía un caucho en el sistema accionado por el pedal que hace que la máquina trabaje más suave y sin ruido. Se propone analizar si es posible volver a colocarlo.
- Reemplazar los bujes de bronce por bujes fabricados en bronce al Aluminio con una dureza de 32HRC.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Estandarizar los moldes con el fin de llevar todas las referencias al molde de 1600, ya que las pastillas de 1700 se deterioran más fácilmente. Con esto se podría reducir el tiempo y el número de alistamientos.
- Implementar un clutch neumático que permita avanzar el carnero de manera progresiva garantizando que la máquina no se estrelle al momento de realizar un montaje.
- Implementar un sistema de sujeción hidráulico para los moldes con el fin de reemplazar el anclaje mecánico con tornillos que actualmente se tiene.
- Cambiar la diferencial manual actual por una diferencial eléctrica con el fin de mejorar el tiempo de izaje.
- Implementar un sistema de guiado con cola de milano para sujetar los portas a la máquina.
- Implementar un sistema de regletas con el fin de documentar las posiciones de cada componente en el montaje de cada referencia.
- Llevar todas las pastillas a la medida original y garantizar que cuando se rectifique una pastilla en el taller, se entregue con la medida original.
- Realizar un procedimiento estándar (documentado) de tal manera que cualquier operario esté en capacidad de realizar el alistamiento, y que el alistamiento no dependa de la habilidad del operario.

c) Fecha: 12/Octubre/2018

Inicialmente la reunión se hizo para discutir la cotización de una nueva máquina para la empresa Forjas Bolívar.

AJAX CECO fabricante original de la forjadora 25 entre otras forjadoras que actualmente tiene nuestra empresa, envió días previos una cotización con 2 maquinarias nuevas, esto se logró gracias al canal de comunicación que se abrió con ellos por la búsqueda de estado del arte de nuestro proceso actual de forja.

Por ello el representante de Suramérica fue enviado a nuestras instalaciones para discutir los términos. Sabiendo el punto de partida ellos se manifestaron también con el fin de analizar si es viable realizar dicha inversión, entonces propusieron el siguiente panorama:

- Ya que es un proyecto grande y la producción de la nueva forjadora tomaría aproximadamente un año, ellos también sugieren realizar una reconstrucción de la máquina actual, es decir, realizar cambios a lo que hoy en día Forjas Bolívar tiene.
- Ellos nos pueden suministrar repuestos de la maquinaria actual sólo si es viable, porque se debe analizar si en Forjas Bolívar o localmente se pueden realizar.
- Venta de planos de ingeniería de la máquina, con el fin de tener las medidas correctas, además si se realiza el día de hoy un levantamiento de planos, no se sabrá

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

con exactitud las medidas originales de la máquina, por ende, se volvería a construir con desgaste, la idea es dejarla lo mejor posible.

- Ellos enviarán un técnico experto a nuestras instalaciones, por ende, se debe enviar la fecha de cuando se realizaría el desmontaje y mantenimiento de la máquina para que el técnico de su concepto y nos recomiende como proceder. Para ello enviarán una cotización del tiempo en el cual el técnico laborará.
- Se discutió sobre actualizar la máquina actual en sus procesos críticos, por ejemplo, el clutch neumático, y lo demás será evaluado por el técnico experto.
- Para una buena adaptación de nuestros procesos, ellos recomiendan enviar planos con medidas. La finalidad es que ellos analizarían en el área ingenieril dichos planos para recomendarnos y estandarizar el montaje actual, esto mejoraría y disminuiría nuestros tiempos de alistamiento.

d) Fecha: 5/Diciembre/2018

Con el fin de proseguir con la labor de César Luis Alzate Suárez sobre SMED en la forjadora #25 se pactaron las siguientes fechas:

- Programación de análisis de cambio de referencia de 1600 a 1700: 19 de diciembre.
- Programación de análisis de cambio de referencia de 2 a 3 golpes: 10 de enero.
- Programación de diagnóstico forjadora 25 (4-8 de febrero 2019)

Para el que el proceso de mejora de alistamiento de tiempo de la forjadora #25 en convenio con Colciencias, se deben de cumplir esas fechas a cabalidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____