

**PRACTICA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO, COMO INGENIERO
MECÁNICO EN DANA TRANSEJES COLOMBIA THC.**

JONATHAN STEVEN TARAZONA TORRES
000246870



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA – SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FLORIDABLANCA
2018

**PRACTICA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO, COMO INGENIERO
MECÁNICO EN DANA TRANSEJES COLOMBIA THC.**

JONATHAN STEVEN TARAZONA TORRES
000246870

Informe de práctica empresarial presentado como requisito para optar al título de:
INGENIRERO MECÁNICO

SANDRA PATRICIA CUERVO ANDRADE PhD
Docente asociada de la Faculta de Ingeniería Mecánica en la Universidad
Pontificia Bolivariana De Bucaramanga

FRANCISCO JAVIER MANOSALVA GOMEZ
Ingeniería en control electrónico e instrumentación
Gerente de mantenimiento en Dana transejes colombia thc

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA – SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FLORIDABLANCA

2018

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del jurado

Jurado

Jurado.

Floridablanca, 22 Junio 2018

Dedicatoria.

Dedico este trabajo de grado a Dios principalmente, por todas las oportunidades que me ha brindado en la vida.

A mis padres y mis hermanas, quienes han sido el motor de mi vida, mis apoyos, las personas que siempre he tenido y han estado a mi lado dándome fuerza y motivación para nunca rendirme en el proceso de cumplir mis sueños.

A Ingri García, quien estuvo conmigo dándome fuerza, apoyo y quien siempre estuvo orgullosa de mí cuando aún latía su corazón y daba alegría a mi vida. También fue aquella persona que me brindo una amistad sincera y confortante siempre, motivos por los cuales quiero dedicarle este logro a ella.

Agradecimientos

Agradezco a Dios quien me dio la salud, la destreza y la oportunidad, para formarme como profesional en ingeniería mecánica.

Agradezco a Dana Transejes Colombia THC. Quienes me brindaron la oportunidad de estudiar y obtener un título profesional. También quienes me abrieron la puerta para realizar estas prácticas y comenzar a formarme profesionalmente con experiencia.

Al instituto tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela y sus profesores, quienes me formaron y me guiaron por el camino a la profesión seleccionada y en la que me he formado los últimos 5 años.

A mis amigos Brandon, Derian, Ingrid, Maira y a mi novia Nicol quienes han estado apoyándome en este proceso y han estado al lado mío, dándome fuerza y apoyo cuando las situaciones se veían muy difíciles.

A mis amigos universitarios, Henry, Sara, Jairo, Liliana, Santiago, Juan David, Jimmy, Leonardo, Marvin, Manuela y a todos aquellos compañeros que compartieron conmigo de una u otra forma una gran experiencia durante nuestro proceso de formación.

A mis profesores universitarios y mi mentor profesional Francisco Manosalva, quienes contribuyeron en mi formación profesional y personal, y sé que dieron lo mejor de ellos para formar unos excelentes profesionales en este país.

Lista de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	12
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	13
2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
4. JUSTIFICACIÓN	18
5. OBJETIVOS.....	19
5.1. OBJETIVO GENERAL	19
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
6. MARCO TEÓRICO	21
7. METODOLOGÍA.....	25
8. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	27
9. APORTE AL CONOCIMIENTO:.....	59
10. CRONOGRAMA DE TAREAS, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS.....	61
11. CONCLUSIONES.....	65
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
13. ANEXOS.....	68

Lista de Tablas

Tabla 1: Cuadrícula de seguimiento y registro del mantenimiento autónomo.	35
Tabla 2: Ficha de sugerencias y correcciones.....	36
Tabla 3: Ficha de seguimiento semanal del mantenimiento autónomo.	42
Tabla 4: Análisis por plan de Pareto en la Tocco 2	44
Tabla 5: Sistema del histórico de fallos.....	44
Tabla 6: Cronograma del mantenimiento predictivo para Sielecom.....	48
Tabla 7: Diagnostico hecho por el practicante de ingeniería mecánica.....	50
Tabla 8: Beneficio del dispositivo.....	57
Tabla 9: Reporte y seguimiento del plan de trabajo actualizado por el estudiante en practica, segun formato de open issues.	61

Lista de Figuras

Figura 1: Sistema organizacional del área de operaciones.	13
Figura 2: Formato de la ficha para cada máquina en el proyecto L.O.T.O.	28
Figura 3: Ficha loto de la planta de tratamiento de aguas PTAR.	30
Figura 4: Formato ficha de mantenimiento autónomo antiguo.	32
Figura 5: Formato ficha de mantenimiento autónomo noviembre 2016 - julio 2017.	32
Figura 6: Formato ficha de mantenimiento autónomo agosto 2017- diciembre 2017.	32
Figura 7. figura del formato actualizado y vigente de mantenimiento autónomo en la empresa implementado en una S.Quadrex.	34
Figura 8: Diseño del tablero, para mantenimiento autónomo.	37
Figura 9: Correcciones hechas en el primer mes del año 2018, en mantenimiento autónomo.	38
Figura 10: Citación para capacitación en Mantenimiento Autónomo.	38
Figura 11 y Figura 12: Limpieza parte trasera de la máquina.	40
Figura 13 y Figura 14: Extracción en la máquina y deposito en el tanque, del refrigerante contaminado de aceite.	40
Figura 15: Portada revista así somos.	41
Figura 16: Pagina donde se publicó el proyecto.	41
Figura 17: Registro de actualizaciones.	45
Figura 18: Ficha de servicio en la Tocco 2 actualizada.	45
Figura 19: Cronograma de mantenimiento predictivo en la línea de Juntas Fijas.	47
Figura 20: Reporte de vibraciones en bomba de la FDF.	48
Figura 21: Reporte de termografía motor del filtro en la máquina Danobat.	49
Figura 22: Reporte de aceite en la rectificadora Gendron.	49
Figura 23: ficha 5's torno Doosan Taller.	52
Figura 24: Medición del primer dispositivo.	54

Figura 25: Medición del segundo dispositivo.....	54
Figura 26: Medición del tercer dispositivo.....	54
Figura 27: Medición del cuarto dispositivo.....	55
Figura 28: Diseño del primer dispositivo.	55
Figura 29: Diseño del segundo dispositivo.	56
Figura 30: Tulipa impulsada por el cilindro superior.	56
Figura 31: Retorno de cilindros a su punto muerto superior.	57
Figura 32: Tulipa saliendo del dispositivo fijo o molde.....	57
Figura 33: Planos del ventilador para el Horno Linberg.	58

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PRACTICA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO, COMO INGENIERO MECÁNICO EN DANA TRANSEJES COLOMBIA THC.

AUTOR(ES): Jonathan Steven Tarazona Torre

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Sandra Patricia Cuervo Andrade

RESUMEN

El proyecto consta de la elaboración de una práctica empresarial, en Transejes Colombia. El trabajo se centró en el área de mantenimiento, proponiendo mejoras y nuevos métodos, trabajando en planes de mantenimiento propuestos ya en la empresa, esperando obtener mejores resultados y una mejor eficiencia en los procesos de fabricación. Se desea implementar un proyecto de mantenimiento autónomo y planeado para las máquinas en la planta, donde se disminuyan accidentes tanto para el operario, como para estas. En la práctica se tuvo un tiempo estimado de 6 meses, desde el mes de diciembre del 2017 hasta el mes de junio del siguiente año. En la práctica se contó con un plan de trabajo, el cual consistía en realizar un diagnóstico de cada uno de los planes de mantenimiento que se querían abordar, esto con el fin de saber que actividades hacían falta y que máquinas contaban con un plan completo y que máquinas contaban con uno incompleto, o no contaban con algún plan de cualquiera de los tres tipos de mantenimiento en los que se quería actuar. Después de diagnosticar y obtener un resultado, con el cual se podría basar para realizar la actualización del proceso, se prosiguió a realizar un plan para cada una de las máquinas seleccionadas. La implementación es un paso crucial, ya que en este último paso se pueden sacar mejoras, proyectos y aumento de productividad y calidad. Durante el último paso se pudieron encontrar mejoras, tanto al proceso de mantenimiento, como a las máquinas en sí, incluidos resultados en los indicadores de mantenimiento positivamente. La práctica fue enfocada a una actualización, implementación y mejora a procesos o pilares del mantenimiento productivo total (T.P.M), las cuales dieron fruto y resultados positivos, obteniendo los resultados que se deseaban tener al principio del trabajo en la empresa.

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento Planeado, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento productivo total

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PRACTICE IN MAINTENANCE MANAGEMENT AS A MECHANICAL ENGINEER IN DANA TRANSEJES COLOMBIA THC

AUTHOR(S): Jonathan Steven Tarazona Torres

FACULTY: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Sandra Patricia Cuervo Andrade

ABSTRACT

The project consists in the elaboration of a business practice, in Dana Transejes Colombia, where the work was centered in the maintenance area, proposing improvements and new methods, working in maintenance plans already proposed in the company, with what was expected to be obtained an improvement of results and a better efficiency in the manufacturing processes. It is desired to implement a project of autonomous, preventive and predictive maintenance for the machines in the plant, where accidents are reduced both for the operator, as well as for this. The practice had an estimated time of 6 months, from December of 2017 to the month of June of the following year. In practice, there was a work plan, which consisted in making a diagnosis of each of the maintenance plans that were to be addressed, to know what activities were needed and which machines had a complete plan and which machines had an incomplete one, or did not have any plan for any of the three types of maintenance in which they wanted to act. After diagnosing and obtaining a result, which could be used to update or implement the process, a plan was continued for each of the selected machines. Implementation is a crucial step, since in this last step you can make improvements, projects and increase productivity and quality. During the last step, improvements could be found, both in the maintenance process and in the machines, themselves which includes positive results in the maintenance indicators. The practice focused on an update, implementation and improvement of processes or pillars of total productive maintenance (T.P.M), which yielded fruits and positive results, obtaining the results that were wished to have at the beginning of the work in the company.

KEYWORDS:

Autonomous maintenance, Planned maintenance, Total productive maintenance.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Las prácticas empresariales son una modalidad de trabajo de grado muy importante; esta prepara al estudiante a enfrentarse en un entorno nuevo y quizá desconocido para él, con obligaciones más importantes y donde pondrá a trabajar todos los conocimientos adquiridos, durante la estancia en la universidad. En este caso las practicas van enfocadas a ramas de ingeniería mecánica, en el área de mantenimiento. Los retos que se le imponen al estudiante durante la práctica serán monitoreados bajo la supervisión de un ingeniero a cargo de la línea en mantenimiento, donde en conjunto con el estudiante realizarán trabajos y mejoras a planes, para mejorar o mantener la calidad de la máquina y así la producción de la empresa Dana Transejes Colombia (THC).

Dana Transejes Colombia, es una empresa dedicada al área de manufactura, en la fabricación de autoparte originales y comercialización de repuestos automotrices; enfocada en la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Dana Transejes Colombia cuenta con clientes importantes tales como Sofasa Renault, Ford Company, Fotón, Toyota y otros destacados clientes. La Compañía cuenta con áreas de Calidad, Procesos, Producción, Proyectos e ingeniería, Mantenimiento, entre otras. La estructura del mantenimiento en la empresa es basada al mantenimiento productivo total (TPM), donde abarca las áreas de mantenimiento preventivo, productivo, autónomo y proyectos de mejora, siendo estas sus pilares.

La producción en la empresa está conformada por 5 líneas principales: Juntas Fijas, Trípodes, Interejes, Tulipas y Ensamble De Ejes Homocinéticos; esta última es el proceso de producción final y está conformada por una pre- estación llamada Sub-Ensamble. Además de las cinco principales líneas, la empresa cuenta con sector de taller, calidad para procesos, pruebas de diseño (durabilidad fatiga) y tratamientos de aguas; con el fin de ser una empresa de calidad y confiabilidad en sus productos.

- TH DE COLOMBIA es una empresa manufacturera y comercializadora de productos de transmisión de potencia y sistemas modulares para vehículos livianos.

Dana Transejes Colombia fue fundada el 28 de abril de 1972, con la unión entre Dana (Compañía Estadounidense) y Transejes (Compañía Colombiana). En el año de 1995, Dana Transejes Colombia se asocia con una compañía competidora de transejes llamada GKN (Compañía Británica), para formar lo que hoy se conoce como THC Dana Transejes Colombia; teniendo entonces Dana Transejes el 51% de las acciones y GKN el 49%. En el año de 1998 la compañía recibe su certificación de QS-9000, en el año 2002 recibe la certificación de la ISO 14001, en el 2004 implementaron las normas BASC, en el 2005 reciben la certificación de la planta en la norma de calidad ISO/TS 16949:2002, para así en el año 2016 firman un contrato de transferencia de tecnología entre THC y GKN.

- El área de mantenimiento es un área de vital importancia. Es el área encargada de optimizar el uso de las máquinas, para minimizar efectos que no dan valor al producto, por ejemplo, daños y paradas en máquinas, lo cual representa tiempo sin producción y por tanto pérdidas para la compañía.
- El área de mantenimiento está supervisada y gerenciada por Francisco Javier Manosalva Gómez, ingeniero en control electrónico e instrumentación.

2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.

La empresa cuenta con un sistema de mantenimiento muy organizado, basado en una estructura de Mantenimiento Productivo Total (TPM), regido bajo la norma ISO 9001 y futuramente bajo la norma IATF. El área de mantenimiento cuenta con los cuatro principales pilares del TPM (5'S, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Autónomo), enfocados a la reducción de paradas por daños en máquinas, para tener una mejora en el tiempo ocasionado por estas. Para lograr esto, el área de mantenimiento también cuenta con plataformas donde se tiene un historial de registro de paradas ocurridas por Mantenimiento Correctivo, también cuentan con análisis de criticidad para máquinas y procesos, inventario controlado de repuestos, planes de contingencia, listados de repuestos críticos y personal capacitado para realizar las labores de mantenimiento.

A pesar de que la empresa cuenta con un T.P.M, algunos procesos no están implementados 100 % en las líneas de producción, es decir, existen máquinas que no cuentan con algún proceso de Mantenimiento Planeado. En el mes de Diciembre, la empresa no contaba con un plan de seguridad previo a los procesos o trabajos de mantenimiento, el Mantenimiento Autónomo estaba desplegado en 15 máquinas de 80 máquinas totales en la planta, alcanzando un 18% de implementación total, el Mantenimiento Preventivo estaba desplegado en un 98% de la planta, pero no contaba con actualizaciones hechas por análisis de resultados obtenidos, el Mantenimiento Predictivo no estaba implementado en procesos de análisis de vibraciones, ni termográficos; siendo el análisis de aceites el único proceso implementado en este tipo de mantenimiento y por último, el proceso de 5's no estaba implementado en las 17 Máquinas existentes en el área de Taller, teniendo un porcentaje entonces del 79% de despliegue de este proceso en la planta. Por lo tanto, es necesario crear un plan de trabajo para mejorar o completar el desarrollo de estos procesos de Mantenimiento.

La empresa cuenta con distintos tipos de procesos de manufactura, entre ellos está el cortado, torneado, fresado, rolado, rectificado y el templado. Con estos procesos se elaboran las distintas partes de los ejes homocinéticos fabricados por la empresa.

Entre las principales máquinas se encuentran marcas como Doosan, Varinelly, Colonial, Linberg, Mazak, Danobat, Magnaflux.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el área de mantenimiento se presenta un resultado del indicador mensual de disponibilidad de máquinas no deseado, ya que se espera que este indicador esté en los rangos requeridos para todas las máquinas, pero en algunas no se alcanza el objetivo, por lo que se necesita implementar y complementar los procesos del Mantenimiento Productivo Total, tales como son el Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Procesos de 5's, entre otros; con el fin de mantener el tiempo de producción y estado de las máquinas en las líneas de Juntas Fijas y Tripodes, reduciendo fallas y previniendo daños en la maquinaria o puestos de trabajo que pueden afectar los procesos y ventas de la empresa, y la salud de sus operarios.

4. JUSTIFICACIÓN

TPM (Mantenimiento Productivo Total), es una filosofía japonesa de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar o reducir al máximo las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, mantener estos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone: cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos achacables a un mal estado de los equipos y sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos al estado de los equipos. Al revisar el estado actual del TPM en la empresa, se encontro que cuenta con los procesos respectivos a los cuatro pilares del TPM y que maneja un indicador de disponibilidad alto, pero no perfecto como se desea. Por tanto se debe Implementar, complementar y actualizar procesos del TPM, para poder ver un cambio en los resultados de este indicador, junto con una mejora en el proceso de producción, como lo ha venido logrando el área de mantenimiento.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar el plan de mantenimiento en 26 máquinas presentes en las líneas de producción Juntas Fijas y Tripodes de la empresa Dana Transejes Colombia, con base al sistema de mantenimiento existente en la empresa; mediante la evaluación, actualización y aplicación del existente, por medio del método de Mantenimiento Productivo Total creado por Seiichi Nakajima; para aumentar la eficiencia del proceso y optimizar el uso de las máquinas y recursos, minimizando los elementos que no añaden valor al producto.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Diagnosticar el proceso de mantenimiento a cada una de las máquinas de las líneas de Juntas fijas y Trípodes, mediante procesos ya estandarizados en la empresa. Resultado: Las máquinas de las líneas de Juntas fijas y Trípodes, deben tener un diagnóstico a cada uno de sus procesos de mantenimiento planeado. Indicador: El diagnóstico debe indicar que máquinas presentan un mantenimiento productivo total y que máquinas carecen del mismo, o lo tienen incompleto.
- Planear un mantenimiento productivo total enfocado en el mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo, a cada máquina de la planta y actualizar los existentes, mediante programas como Excel y Solid Work y diagnósticos ya hechos. Resultado: Las 26 máquinas existentes en las dos líneas de producción, contienen un plan de mantenimiento productivo total, enfocado en el mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo. Indicador: La

planeación debe abarcar a las 26 máquinas presentes en la línea, con el fin de que cada una tenga un proceso de mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo.

- Implementar las actualizaciones y formatos o procesos planeados para cada una de las 26 máquinas, por medio de formatos y estandarización de procesos creados. Resultado: Existen actualizaciones a los distintos procesos de mantenimiento productivo total, como lo son el mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo, donde cada una de las 26 máquinas presentes en las líneas de producción de Juntas Fijas y Tripodes, contienen implementado cada uno de los procesos ya mencionados de mantenimiento. Indicador: La implementación debe garantizar la presencia y realización de los tres tipos de mantenimiento ya mencionado.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. MANTENIMIENTO

El Mantenimiento es un conjunto de acciones y operaciones realizadas tendientes a poner o reestablecer un bien a un estado, que le permitan asegurar un servicio determinado. Llamamos mantener a las acciones como: lubricar, limpiar, inspeccionar, reparar, evaluar, conservar y mejorar. Que permiten mantener o conservar el potencial de la máquina, para garantizar una calidad en el proceso, con una continuidad en ella.

Se le conoce como mantener bien a tener un estricto control a diferentes factores, como reparaciones en una emergencia o reparaciones en daños imprevistos, tiempo perdido o muerto en el cual la producción para o se detiene debido a un proceso de mantenimiento, reparaciones y modificaciones de equipo, desperdicio de material impuesto en el mantenimiento, materiales y recursos empleados en las reparaciones y modificaciones de equipo, mano de obra en mantenimiento.[3]

Hay distintos tipos o clases de mantenimiento, pero los más principales son:

6.1.1. Mantenimiento Preventivo:

La aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo algunas veces genera incertidumbre respecto a los componentes que actúan al mismo tiempo con el reparado, incluso en ocasiones los que sirven para resaltar la anomalía de dichos componentes, consideradas menores o a su vez los reparados reciben los efectos del desgaste de los paralelos, manifestándose en daños colaterales, dejando sin sustento el mantenimiento programado. El Mantenimiento Preventivo estudia cada

función y parte del equipo, con el fin de seleccionar y estudiar las partes y funciones más críticas, determinando un tiempo específico en el cual se hará una revisión, reparación y reporte del mantenimiento realizado.[1]

6.1.2. Mantenimiento Predictivo:

El Mantenimiento Predictivo es una técnica de análisis de fallos futuros, de forma que este error pueda detectarse a tiempo y corregirse sin demora ni mayor costo antes de que ocurra u ocasione un daño mayor, por medio de seguimientos y estudios en la máquina, como vibración, sonido, o fatiga por sistemas CAD. Este Mantenimiento es uno de los más usados por medianas y grandes empresas, estas empresas poseen una gran cantidad de máquinas que van en una línea de trabajo o producción, es decir si una maquina se detiene puede que el proceso se detenga por un momento y genera una perdida en la producción; por lo tanto este proceso puede ser de forma programada o continua y es uno de los más funcionales, ya que no interfiere con el funcionamiento normal de la planta.[2]

6.1.3. Mantenimiento Correctivo

Este tipo de Mantenimiento ocurre cuando la maquina se ha dañado inesperadamente o por un problema externo de ella, como humedad, golpes, mal uso, entre otros. Este mantenimiento es el que toda empresa busca evitar, debido al gran costo implicado por el paro del proceso y por el arreglo de la máquina. Es también llamado Mantenimiento De Emergencia, ya que ocurre sin ser detectado en un mantenimiento preventivo o predictivo (si se cuenta con estos mantenimientos). Este tipo de Mantenimiento se presenta comúnmente en pequeñas empresas, donde no es factible invertir en un Mantenimiento Predictivo y Preventivo en su planta de trabajo, por la poca cantidad de maquinaria presente en la empresa.[3]

6.1.4. Mantenimiento Autónomo:

Este tipo de Mantenimiento no es tan implementado en las empresas, sin conocer su gran uso e importancia en los costos de la misma. Un mantenimiento autónomo es desarrollado por un empleado encargado de la máquina, dicho empleado tiene un control y registro, revisado por el ingeniero o gerente encargado en el área de mantenimiento, llevando un reporte de pautas que se deben hacer antes, mediante y después del accionamiento de la máquina, o de cada turno, si la empresa se maneja así. Este mantenimiento no implica ningún costo en su uso, en gasto de personal y de material; ya que cada empleado tiene una tarea de 5 min máximo para revisar su puesto de trabajo y funcionalidad de la máquina, por ejemplo revisar si se presenta alguna anomalía en el puesto de trabajo, humedad, o aviso de posibles accidentes que puede sufrir el empleado y la máquina. Otro gran ejemplo es revisar la funcionalidad de la máquina, como ruido, ineficiencia en su proceso, falta de visibilidad, mala respuesta de los controles, entre otras. Este mantenimiento evita un daño durante el proceso, sin gastar el más mínimo esfuerzo del operario, ni de su tiempo; es decir nos evita un gasto innecesario de dinero en la empresa, simplemente revisando falencias de la maquina antes, durante y después de su uso, dejando un reporte o una hoja de vida de la máquina o puesto de trabajo, para corregir errores encontrados antes de que ocurra un daño o accidente.[3]

6.2. PROCESOS DE MANUFACTURA:

Es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Incluye también el ensamble de partes múltiples para fabricar productos terminados. Los procesos para realizar manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual.[8]

6.2.1. Fresado:

Este procedimiento consistente en el corte del material con una herramienta rotativa que puede tener uno o varios filos llamados fresas. Dicho corte de material es realizado por el giro de la herramienta con el desplazamiento, bien sea de la misma herramienta o de la pieza a trabajar. Dependiendo del diseño de la máquina se determina que parte se desplazara, ya sea la herramienta, la mesa, o combine el desplazamiento de ambos. Dicho desplazamiento será en cualquier dirección de los tres ejes posibles (X,Y,Z), en los que se puede desplazar la mesa, a la cual va fijada la pieza que se mecaniza.[8]

6.2.2. Torneado:

En el torneado la pieza a mecanizar irá amarrada mediante un sistema de fijación (plato de garras, pinza, plato liso, contrapunto), el cual tendrá un movimiento rotatorio y la herramienta de corte irá fijada a un soporte o torreta y se desplazará en las dos direcciones indicadas para proceder al arranque de material.[8]

6.2.3. Templado:

En el área de ciencia de materiales, el templado es un tratamiento térmico consistente en el rápido enfriamiento de la pieza para obtener determinadas propiedades de los materiales luego de haber sido sometidos a una alta temperatura.[8]

6.2.4. Rectificado:

Consta de un disco rotativo que gira a gran velocidad de corte, formado por partículas de material abrasivo muy duro. Los filos de la herramienta son los granos de abrasivo. Dicha herramienta desgasta la superficie de la pieza.[8]

7. METODOLOGÍA

Primeramente, para realizar un trabajo de implementación o actualización se debe hacer un diagnóstico a las máquinas con las que se trabajará, dependiendo de qué tipo de proceso se le hará debe ir enfocado el diagnóstico. Se trabajará por orden, comenzando por los procesos a realizar antes de intervenir en una máquina, es decir, se implementará primero un proceso de seguridad y cuidado que se debe tener en cuenta para evitar accidentes durante la intervención, luego de implementar este proceso, se procede a realizar la actualización de los otros procesos, tales como son los cuatro pilares en los cuales va enfocado este trabajo. Para trabajar en las actualizaciones, el diagnóstico debe indicar que pasos son los más comunes a seguir en este proceso, que actividades se tienen en cuenta en este proceso y cuantas máquinas cuentan con el mismo, el resultado esperado en cada uno de estos, es el enfoque a realizar o tener un Mantenimiento Productivo Total completamente actualizado e implementado en cada una de las 26 máquinas, para que los indicadores esperados den los resultados deseados progresivamente, es decir, después de un tiempo prolongado de la implementación.

Para un mantenimiento autónomo y preventivo, se planea revisar el funcionamiento y el grado de importancia de cada máquina presente en la empresa, para ello se debe tener semanas de observación en cada uno de los procesos del operario en la máquina, donde se hará un estudio detallado de sus fallas más comunes, basándose en los históricos de falla registrados en la plataforma y de las fallas más significativas presentes en cada una de las 26 máquinas. Se implementará el plan de mantenimiento autónomo a cada una de las máquinas faltantes y una actualización a las máquinas que ya cuentan con este proceso de producción haciendo pasos y estructuras de cuidados que se deben tener en la zona de trabajo y la máquina con la que interactuara el operario. También se propone hacer un análisis de criticidad para todas las máquinas de la empresa por medio de paretos,

con esto se logra saber cuáles son las causas que ocasionan más paradas y poder intervenir en ellas, mediante una actualización de los formatos y cronogramas del Mantenimiento.

Para el mantenimiento Predictivo la empresa tiene contratado una compañía llamada Sielecom, enfocada en análisis de mantenimiento predictivo, para que hagan en la planta de Dana Transejes Colombia un análisis o estudio de vibraciones y termografía, la cual ya había hecho una primera toma a las máquinas cuello de botella, para así dar un diagnóstico según los resultados entregados por Sielecom. Para el predictivo también se hará un cronograma con el fin de implementar estos estudios en todas las máquinas y poder complementar el Mantenimiento predictivo con estos procesos nuevos y el análisis de aceites que ya estaba implementado con anterioridad.

En el proceso de las 5's, la empresa cuenta con un formato de ficha donde el objetivo principal es mantener la máquina en orden y buen estado, haciendo una limpieza a toda la máquina por parte del operario. Se completará este proceso implementando la ficha en las máquinas faltantes, por lo que se diagnosticará y determinará que máquinas carecen de esta.

Se evaluará y observará el progreso, convocando a juntas a los operarios procedentes de cada línea de proceso y los directivos encargados de los procesos de manufactura y salud ocupacional, para escuchar aciertos y falencias del proyecto, mejorando y edificando una estructura de mantenimiento más efectivo, el cual cumpla con lo esperado del proyecto para la empresa, como reducir costos, accidentes e incidentes al mismo tiempo en que aumenta la producción, registrando y publicando cada resultado y cada observación obtenida durante el proceso. Además de la implementación de este plan de trabajo, se trabajará en proyectos hallados por los resultados obtenidos, o impuestos por la empresa, registrando por medio de informes los hallazgos en estas labores para reportarlos en los avances.

8. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

8.1. PROYECTO L.O.T.O.

El proyecto L.O.T.O. que en inglés sus siglas significan Lock Out and Tag Out, y en español Bloqueado y Etiquetado, consta en realizar un proceso de bloquear las energías principales y etiquetarlas en los procesos de parada de máquina para mantenimiento, con el fin de informar los peligros en las principales energías manejadas en la máquina (electricidad, neumática e hidráulica). En la primera semana se hizo un reconocimiento de los procesos en cada máquina, donde se visualizó y mostro como era la producción y proceso en la planta. Se hizo cambio de algunas tareas que tenía el cronograma debido a la solicitud de tareas del gerente general, donde se asignó el proyecto L.O.T.O. Se tomaron fotos para situar al operario en la máquina y encontrar los puntos principales, a parte el operario contaba con un esquema gráfico de la máquina, donde se señalizaba los puntos por medio de símbolos que identificaban las líneas neumáticas, hidráulicas y eléctricas. La ficha contaba con descripción del proceso para cada punto, y una forma de verificación para corroborar la tarea o el ítem. El proyecto L.O.T.O se hizo con un sistema de seguridad de bloqueo para válvulas, interruptores, gabinetes, pulsadores y clavijas; esto con el fin de garantizar la seguridad para los encargados de mantenimiento al ingresar o interactuar con la máquina para hacer sus debidos procesos; donde la máquina debía estar en condiciones fuera de carga, es decir que no exista presión neumática, ni hidráulica en las líneas de la misma, ni mucho menos eléctrica. Como se muestra en la Figura 2.

Figura 2: Formato de la ficha para cada máquina en el proyecto L.O.T.O.

			LÍNEA	
	PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO EN MÁQUINA		LOTO-YYYY	
MÁQUINA Y LÍNEA			DIBUJO No. DL-XXXX-YYYY	
AVISO ANTES DE REPARAR ESTA MÁQUINA, AVISAR AL PERSONAL AFECTADO				
RECOMENDACIONES		RECUERDE AL BLOQUEAR		
<ul style="list-style-type: none"> Usar manual Panduit, del elemento usado. Consultar al personal de control para que desconecte el proceso o con su supervisor. NO SE PERMITEN TRABAJOS EN MÁQUINA. Sellar tableros con cinta de seguridad, o poner puntos de mantenimiento en ellos. 		<ul style="list-style-type: none"> Consulte el procedimiento de bloqueo de Requisitos y métodos de bloqueo de seguridad Siempre verificar que la energía esta controlada Asegurar la liberación de energía almacenada Sólo trabajar bajo su propio candado 		
Siempre realice el apagado controlado antes de bloquear Desconecte				
SI G A L O S P R O C E D I M I E N T O S D E A P A G A D O	FUENTE DE ENERGÍA	UBICACIÓN	MÉTODO	VERIFICAR
	ENERGÍA PRINCIPAL	PELIGRO:	SOLO PUNTOS PRINCIPALES DE ENERGÍA BLOQUEADA, EQUIPO SIN CORRIENTE <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
	ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		INTERRUPTORES Y CONTROLADORES EN OFF O EN O Y SELLADOS CON CINTA DE SEGURIDAD O AVISOS, PARA NO SER MANIPULADOS.	DISPOSITIVOS DE LA MAQUINA, DEBEN ESTAR DESACTIVADOS.
	ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		COLOCAR DISPOSITIVO (SWITCH) EN POSICIÓN OFF (O), UBICADO DENTRO DEL GABINETE, COLOCAR TARJETA Y CANDADO DE ACUERDO AL DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	PANEL DE CONTROL DE LA ESTACIÓN PARA REALIZAR PROCEDIMIENTOS DE PUESTA EN MARCHA NO DEBEN ENCENDIRSE, LEDS Y OTRAS FUNCIONES DEL CONTROL DE LA MAQUINA, NO DEBEN ACTIVARSE.
	ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		SELLAR LAS PUERTAS DE LA CAJA DE CONTROL ELÉCTRICO CON CINTA DE SEGURIDAD O UN PSL-MILD-S, DESPUÉS DE CERRARLAS.	AL INTENTAR ABRIR LA PUERTA, ESTA DEBE ESTAR BIEN SELLADA Y NO SE PUEDE ABRIR SIN QUITAR EL CANDADO.
	NEUMÁTICA		CERRAR LA VÁLVULA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN DE AIRE DEBE SER 0 PSI, PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
	ENERGÍA SECUNDARIA	PELIGRO:	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
	ENERGÍA ALMACENADA	PELIGRO:	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
	MÁQUINA ASOCIADA	PELIGRO DE BLOQUEO	SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
	MÁQUINA DE ALADO	ADVERTENCIA	ESTE EQUIPO TIENE AL LADO DE MAQUINARIA CON FUENTES DE ENERGÍA ADYACENTES	
SI EL BLOQUEO / CONTROL DE LA ENERGÍA PELIGROSA NO SE PUEDE LLEVAR A CABO / VERIFICAR ** NOTIFIQUE A SU SUPERVISOR **				

El proyecto se inició por la línea de Juntas Fijas, Seguido de la línea Trípodes, Interejes, Tulipas, Sub Ensamble y finalizando con la línea de Homocinéticos o Ensamble. Se tomó una foto a la máquina y a los puntos que se deben controlar, junto con un gráfico de la máquina desde una vista superior para ubicar dichos puntos tomados con la cámara. Se hacia una lista de tareas y de máquinas en


Microsoft Word para implementar la información a las fichas; luego se anexaban las imágenes a las fichas y se hacía una reevaluación de los procesos por medio del criterio del ingeniero de mantenimiento a cargo. Se realizaron dos cambios, el primero por un error en las tareas, ya que en la ficha figuraba un ítem de “sellar dispositivos” y el termino correcto es “bloquear y etiquetar”, y el otro cambio fue la implementación de la despresurización de la máquina en la línea de energía neumática, ya que las fichas originalmente no incluían esta tarea. Luego de haber corregido las fichas se prosiguió a imprimirlas y archivarlas en cada línea. Se realizó una capacitación donde participaron alrededor de 95 personas, incluidos administrativos, operarios, y personal externo que trabaja con las máquinas, como el personal de pintura.

El proyecto fue asignado en la fecha 06/12/2017 y se comenzó a realizar el día 07 del mismo mes; el cual debía ser entregado para la fecha 29/12/2017 y se entregó en la fecha 21/12/2017, donde los restantes días se realizaron las capacitaciones al personal y se comenzó a trabajar en otro proyecto.

8.1.1. Seguimiento proyecto loto

En el transcurso de la práctica a cada proyecto se le realizó un seguimiento para encontrar actualizaciones o complementos del mismo. Algunas de las actualizaciones de LOTO, fue la implementación de este en la planta de tratamiento de aguas (PTAR), el generador, montacargas y máquinas fuera de servicio. Como se muestra en la Figura 3.

Figura 3: Ficha loto de la planta de tratamiento de aguas PTAR.



PLANTA

PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO EN MÁQUINA

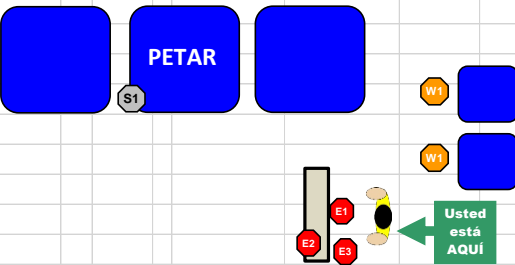
LOTO-M0087

PUNTOS DE BLOQUEO

PETAR

DIBUJO No.
DL-L080-2018

AVISO ANTES DE REPARAR ESTA MÁQUINA, AVISAR AL PERSONAL AFECTADO



RECOMENDACIONES

- Usar manual Panduit, del elemento usado.
- Consultar con personal de mantenimiento en caso de desconocer el proceso, o con su supervisor.
- Usar avvisos y cintas, que indiquen el estado de mantenimiento de la máquina.
- Sellar tableros con cinta de seguridad, o sellador de plástico.

RECUERDE AL BLOQUEAR

- Consulte el procedimiento de bloqueo de Requisitos y métodos de bloqueo de seguridad.
- Siempre verificar que la energía esta controlada.
- Asegurar la liberación de energía almacenada.
- Solo trabajar bajo su propio candado.

Siempre realice el apagado controlado antes de bloquear Desconecte			
FUENTE DE ENERGÍA	UBICACIÓN	MÉTODO	VERIFICAR
ENERGÍA PRINCIPAL	PELIGRO:	SOLO PUNTOS PRINCIPALES DE ENERGÍA BLOQUEADA. EQUIPO SIN CORRIENTE <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		INTERRUPTORES Y CONTROLADORES EN OFF O EN 0 Y SELLADOS CON CINTA DE SEGURIDAD O AVISOS, PARA NO SER MANIPULADOS.	DEPOSITIVOS DE LA MAQUINA, DEBEN ESTAR DESACTIVADOS.
ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		COLOCAR DISPOSITIVO (SWITCH) EN POSICIÓN OFF (0), UBICADO DENTRO DEL GABINETE. COLOCAR TARJETA Y CANDADO DE ACUERDO AL DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	PANEL DE CONTROL DE LA ESTACIÓN PARA REALIZAR PROCEDIMIENTOS DE PUESTA EN MARCHA NO DEBEN ENCENDERSE, LEDS Y DEMAS FUNCIONES DEL CONTROL DE LA MAQUINA, NO DEBEN ACTIVARSE.
ELÉCTRICA 440 VOLTIOS		SELLAR LAS PUERTAS DE LA CAJA DE CONTROL ELÉCTRICO CON CINTA DE SEGURIDAD O UN PSL-MLD-S, DESPUÉS DE CERRARLAS.	AL INTENTAR ABRIR LA PUERTA, ESTA DEBE ESTAR BIEN SELLADA Y NO SE PUEDE ABRIR SIN QUITAR EL CANDADO.
SISTEMA		BLOQUEAR VÁLVULAS CON DISPOSITIVOS PANDUIT Y ETIQUETARLAS (ESTAS VÁLVULAS JAMÁS DEBEN SER MANIPULADAS SIN AUTORIZACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y DEPARTAMENTO O ÁREA AMBIENTAL).	DEBEN PERMANECER EN LA FORMA COMO SE ENCONTRARON, O COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN
AGUA DE PROCESO		CERRAR LA VÁLVULA EN EL CASO QUE EL PROCESO A REALIZAR EN LA PETAR LA REQUIERA CERRADA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV2/PSL-V2A O PSL-V6A), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN EL CUAL DEBE SER 0 PSL O HASTA QUE YA NO PASE MÁS LIQUIDO. PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
AGUA DE PROCESO		CERRAR LA VÁLVULA EN EL CASO QUE EL PROCESO A REALIZAR EN LA PETAR LA REQUIERA CERRADA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV2/PSL-V2A O PSL-V6A), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN EL CUAL DEBE SER 0 PSL O HASTA QUE YA NO PASE MÁS LIQUIDO. PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
AGUA DE PROCESO		CERRAR LA VÁLVULA EN EL CASO QUE EL PROCESO A REALIZAR EN LA PETAR LA REQUIERA CERRADA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV2/PSL-V2A O PSL-V6A), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN EL CUAL DEBE SER 0 PSL O HASTA QUE YA NO PASE MÁS LIQUIDO. PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
AGUA DE PROCESO		CERRAR LA VÁLVULA EN EL CASO QUE EL PROCESO A REALIZAR EN LA PETAR LA REQUIERA CERRADA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV2/PSL-V2A O PSL-V6A), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN EL CUAL DEBE SER 0 PSL O HASTA QUE YA NO PASE MÁS LIQUIDO. PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
AGUA DE PROCESO		CERRAR LA VÁLVULA EN EL CASO QUE EL PROCESO A REALIZAR EN LA PETAR LA REQUIERA CERRADA Y APLICAR BLOQUEO DE SEGURIDAD DE ACUERDO A ESTE DISPOSITIVO(PSL-BV2/PSL-V2A O PSL-V6A), COLOCAR TARJETA.	INSPECCIONAR VISUALMENTE EL INDICADOR DE PRESIÓN EL CUAL DEBE SER 0 PSL O HASTA QUE YA NO PASE MÁS LIQUIDO. PURGAR LÍNEA SI MARCA PRESIÓN.
ENERGÍA SECUNDARIA	PELIGRO:	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
ENERGÍA ALMACENADA	PELIGRO:	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
MÁQUINA ASOCIADA	PELIGRO DE BLOQUEO	SOLO SE DESENERGIZAN CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO. <small>(NO SE ELIMINA LA ENERGÍA DESDE EL TRANSFORMADOR SE DESCONECTAN FUENTES DE ENERGÍA ALMACENADA)</small>	
MÁQUINA DE ALADO	ADVERTENCIA	ESTE EQUIPO TIENE AL LADO DE MAQUINARIA CON FUENTES DE ENERGÍA ADYACENTES	

SI EL BLOQUEO / CONTROL DE LA ENERGÍA PELIGROSA NO SE PUEDE LLEVAR A CABO / VERIFICAR

** NOTIFIQUE A SU SUPERVISOR **

S
I
G
A

L
O
S

P
R
O
C
E
D
I
M
I
E
N
T
O
S

D
E

A
R
R
A
N
Q
U
E

8.2. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

El proyecto de Mantenimiento Autónomo es un proyecto de mantenimiento preventivo y programado, donde se asignan tareas a realizar antes de cada proceso o turno trabajado por el operario, el cual consta de tareas de revisión, limpieza y control en la máquina y puesto de trabajo. En la empresa Dana Transejes Colombia T.H.C, este mantenimiento es de gran importancia, ya que ayuda a tener un lugar de trabajo óptimo para el operario, y ayuda a conservar la vida útil de la máquina detectando fallas, las cuales con el tiempo puede perjudicar el proceso. Este proyecto se inició hace tiempo en la empresa, pero las fichas presentes en las máquinas no estaban en buen estado y carecían de información para el operario, aparte de esto, no todas las máquinas de las líneas principales de producción contaban con fichas para un mantenimiento autónomo. Por consiguiente, se decidió cambiar el formato de las fichas, agregándoles más información, o cambiando la información existente a las fichas antiguas para un mejor resultado en el proceso. Las máquinas contenían fichas de tareas para el mantenimiento autónomo, con una cuadrícula de seguimiento donde se reportaban las actividades como buenas, malas o turnos no realizados. Las tareas se estipulan por medio de cronogramas, es decir; había tareas que se deben hacer cada turno, cada día, o cada semana, esto se debe a que hay tareas que no son necesarias hacerlas en cada turno trabajado en la máquina.

Al principio la empresa contaba con tableros de Mantenimiento autónomo con un formato base como se muestra en la Figura 4 y luego paso al formato que antiguamente el estudiante había implementado en unas pasantías pasadas en las fechas de septiembre, octubre y noviembre del año 2016, completando 60 horas de trabajo en total; como se muestra en la Figura 5. Luego con la llegada de otro practicante en la empresa se implementó un nuevo formato, más nuevo, sencillo,

pero con poca información, como se muestra en la Figura 6.

Figura 4: Formato ficha de mantenimiento autónomo antiguo.

LLENAR DE LA SIGUIENTE MANERA: O BIEN X MAL -- TURNO NO TRABAJADO

Figura 5: Formato ficha de mantenimiento autónomo noviembre 2016 - julio 2017.

ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 5	ACCIÓN 6
ACCIÓN 3	ACCIÓN 4	ACCIÓN 7	ACCIÓN 8
LLENAR DE LA MANERA: O BIEN X MAL --- EN CASO DE QUE NO SE TRABAJE EL TURNO	CADA TURNO		
CADA DIA	CADA SEMANA		

Figura 6: Formato ficha de mantenimiento autónomo agosto 2017- diciembre 2017.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO XXXXXXXX









Debido a la falta de fichas o tableros de mantenimiento autónomo, se decidió cambiar el formato e implementar mantenimiento autónomo a todas las máquinas

de las líneas de proceso. Al principio se decidió seguir con el formato de la Figura 4, pero el estudiante decidió cambiar el formato implementando más información, pero sin dejar a un lado ese formato nuevo con el que venían trabajando. Las fichas de mantenimiento autónomo cuentan con 8 acciones principales para realizar, cada acción lleva ítems o tareas para poder completarlo, aparte contiene imágenes de los puntos donde se debe enfocar la acción, como una guía o ubicación para el operario.

El proyecto se comenzó a elaborar el día 22 de diciembre del 2017 y se debía entregar el día 31/01/2018, y fue entregado el día 09/01/2018; donde se reciclo información de los formatos y fichas anteriores, y se reestructuro las acciones. Las fotos o imágenes son nuevas, tomadas de un celular con 16 MPix, y una resolución de imagen 4k o Ultra HD; para que el operario pueda ver una imagen detallada.

Se realizo un nuevo sistema donde se identifica tres tipos de trabajos distintos, uno para el control y limpieza, otro para funcionamiento de fluidos, y el ultimo tipo es aquel trabajo o inspección enfocado a la funcionalidad general de la maquina (torretas, motores, bombas, contra puntos, entre otros...), donde se implementaron los colores de la bandera de Colombia, dependiendo de cada tipo de trabajo; amarillo para los fluidos, azul para limpieza y control y rojo para funcionalidad de la máquina. Aparte de reciclar información, se incluyeron muchas tareas con mejores datos, y se eliminaron otras que no tenían tanto peso, o que se podían realizar con otra acción; además se crearon fichas para todas las máquinas, donde a cada tarea se le hizo un análisis de criticidad en el funcionamiento de la máquina y así sacar la prioridad de la tarea o acción, para saber con qué frecuencia se debe realizar las acciones, las cuales se dividen en: turno, día, semana y mes. Como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. figura del formato actualizado y vigente de mantenimiento autónomo en la empresa implementado en una S.Quadrex.

JUNTAS FIJAS			
MANTENIMIENTO AUTONOMO SQUADREX 2			
ACCIÓN 1	ACCIÓN 2	ACCIÓN 3	ACCIÓN 4
 <ul style="list-style-type: none"> - LIMPIEZA INTERIOR Y EXTERIOR DE LA MÁQUINA. - LIMPIEZA DE CHAUCOS OCASIONADOS POR ALGUNA FUGA O INCIDENTE EN EL ÁREA DONDE SE ENCUENTRA LA MÁQUINA. - VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PUERTA. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR EL ESTADO Y FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL TABLERO DE CONTROL. - LIMPIEZA DEL TABLERO DE CONTROL. - COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSPORTADORA DE VIRUTA. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR QUE EL NIVEL DEL REFRIGERANTE ESTE EN EL LIMITE SUPERIOR. - VERIFICAR EL BUEN ESTADO DE LOS FILTROS. - VERIFICAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR LA PRESIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO (SMPA-6MPA). - VERIFICAR EL NIVEL DEL ACEITE HIDRÁULICO, EL CUAL DEBE ESTAR ENTRE EL RANGO SUPERIOR E INFERIOR DEL MEDIDOR.
ACCIÓN 5	ACCIÓN 6	ACCIÓN 7	ACCIÓN 8
 <ul style="list-style-type: none"> - LIMPIEZA GENERAL DE LA LAMPARA Y SU ALREDEDOR. - VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO OPTIMO DE LA LAMPARA. - COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR QUE EL NIVEL DE ACEITE LUBRICANTE DE LA UNIDAD DE GUÍA SE ENCUENTRE ENTRE EL RANGO DEL LIMITE SUPERIOR E INFERIOR. - EN EL CASO QUE HAYAN CHARGOS, BUSCAR FUGAS. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR EL DESLIZAMIENTO O SUAVE DEL CONTRAPUNTO - VERIFICAR LA LIMPIEZA DE LA PINOLA. - LIMPIEZA GENERAL DE LA COPA. - COMPROBAR ANCLAJE Y DESANCLAJE DE LA COPA. 	 <ul style="list-style-type: none"> - VERIFICAR EL CORRECTO MONTAJE DE HERRAMIENTAS EN LA TORRETA. - GIRAR LA TORRETA, PARA COMPROBAR QUE FUNCIONA PERFECTO. - IDENTIFICAR RUIDOS SOSPECHOSOS E IRREGULARES DE LA MÁQUINA.
LLEVAR DE LA MANERA: ◊ BIEN X MAL ... EN CASO DE QUE NO SE TRABAJE EL TURNO	FUNCIONAMIENTO DE FLUIDOS.	LIMPIEZA Y CONTROL.	VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA
CADA TRES	CADA DÍA	CADA SEMANA	CADA MES
26/12/2017			

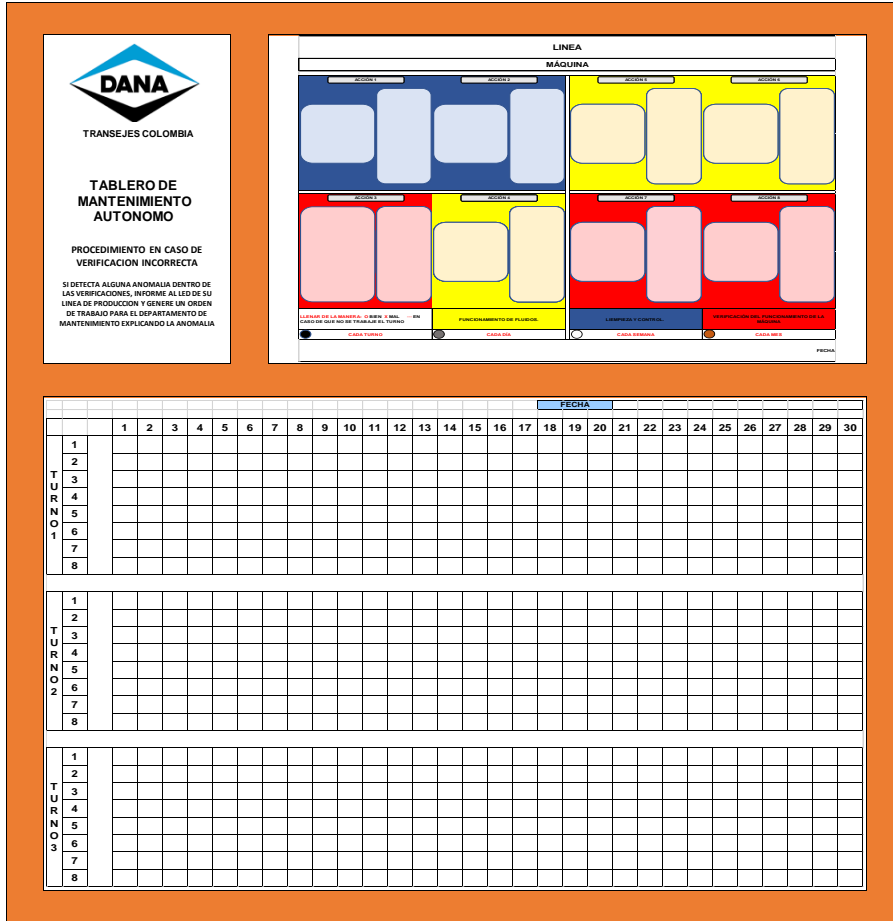
En la ficha, cada acción tiene dos recuadros, el de la izquierda para la imagen; donde principalmente es cuadrada y centrada, pero si es necesario mostrar más de la imagen el recuadro se puede alargar para implementar la otra imagen a este. El recuadro de la derecha es aquel que lleva los ítems o diferentes tareas de la acción. La fecha, es aquella en la que fue elaborada la ficha, esto con el fin de hacer un seguimiento a las mejoras propuestas por los operarios, donde se debe hacer correcciones o cambios en la ficha. También cuenta con indicaciones donde se muestra cómo debe registrar el seguimiento del mantenimiento, donde indican cómo debe ser marcada cada recuadro, si la tarea o revisión está bien, mal o si no se trabajó el turno, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Cuadrícula de seguimiento y registro del mantenimiento autónomo.

		FECHA																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
TURNO 1	1																														
	2																														
	3																														
	4																														
	5																														
	6																														
	7																														
	8																														
TURNO 2	1																														
	2																														
	3																														
	4																														
	5																														
	6																														
	7																														
	8																														
TURNO 3	1																														
	2																														
	3																														
	4																														
	5																														
	6																														
	7																														
	8																														

El proyecto consta también de una ficha de sugerencia para cada línea donde los operarios pueden pasar y dejar su recomendación, duda e inquietud; para ser revisadas, analizadas y tomar acción en el proyecto, como se muestra en la Tabla2.

Figura 8: Diseño del tablero, para mantenimiento autónomo.



Después de desplegar el proyecto, se comenzó a realizar trabajos de supervisión, donde se hacían solicitudes para mejoras de máquinas. El proceso se registra y las nuevas fichas se modifican con una fecha actualizada de cuando se hizo el cambio en la parte inferior derecha. Esta corrección se hace para que los auditores sepan cuando fueron desplegadas las fichas y cuales han sido actualizadas; se lleva un registro del cambio, la fecha de solicitud y la fecha de corrección de las mismas, como se muestra a continuación en la Figura 9.

Correcciones del 04/01/2018 al 01/02/2018.

Figura 9: Correcciones hechas en el primer mes del año 2018, en mantenimiento autónomo.

<p>1. 4/01/2018 - TULIPAS SQUADREX Agregarle transportador de viruta en el control. Agregarle sensores en parte de las lamparas. CRR: 09/01/2018 - JUNTAS SQUADREX 2 Y 3 Agregarle transportador de viruta en el control. Agregarle sensores en parte de las lamparas. CRR: 09/01/2018</p> <p>2. 9/01/2018 - JUNTAS FDF Arreglos en la acción 5 el ítem 1 y 2 con los caudales 4.5"7 l/min y 0.6"7 l/min, respectivamente. Quitar limpieza de la máquina. CRR: 09/01/2018 - JUNTAS ESTAMPADORA. retirar ítem de limpieza interna. revisión de fugas y línea de fluidos, control mensual. CRR: 09/01/2018 - PINTURA TRIPODES. FICHAS PARA LA PRENSA Y PARA LA COLONIAL, CON FOTOS NUEVAS POR PINTURA. CRR: 12/01/2018 - PINTURA INTEREJES. Dubiéd, prensa flexible press, tct. CRR: 31/01/2018</p> <p>3. 11/01/2018 - HOMOCINETICOS ENSEMBLADORA JF</p>	<p>Arreglos en la acción 3, se cambió la presión del hidráulico de 70 psi a 40 psi y en la misma acción se cambió la presión de engrase, de 60 psi a 50e10 psi. CRR: 11/01/2018</p> <p>4. 18/01/2018 - TALLER Creación de fichas y proyecto de mantenimiento autónomo para la línea de taller. CRR: 23/01/2018</p> <p>5. 31/01/2018 - PINTURA JUNTAS FIBAS Se cambió la Ficha de la Phonford en juntas fijas, debido al cambio por la pintura que se le aplicó (blanca), actualizando así las imágenes. CRR: 31/01/2018</p> <p>6. 01/02/2018 - JUNTAS CINCINATI se hizo un cambio en el ítem 6 del filtro, la causa fue por una falla en los sensores, por acumulación de mugre, en el nuevo ítem se agregó la revisión del sensor cada 30 minutos, para estar limpiándolo y así el refrigerante no se salga del tanque, o la bomba cavite. CRR: 01/02/2018</p>
---	--

Para el despliegue de este proyecto, se iniciaron capacitaciones con diapositivas, donde se mostraba el correcto procedimiento, para elaborar y registrar un Mantenimiento autónomo a los operarios de cada línea. Las citas se hacen por medio de correo para el líder de la línea, con copia al ingeniero a cargo del estudiante en práctica y al encargado de los procesos en la planta. Cómo se muestra en la Figura 10.

Figura 10: Citación para capacitación en Mantenimiento Autónomo para Interejes.



8.2.1. Plan limpieza e inspección.

En el mes de febrero se organizó un plan jornada de limpieza, el cual paso a ser un proyecto de limpieza e inspección, consistía en buscar una mejora en la calidad y condiciones de la máquina en operación; limpiando o retirando de ella la mayor cantidad de residuos externos e internos: como polvo, aceite, grasa y otras más. Estos agentes externos, no permiten la identificación de factores cómo fugas, grietas y también ayudan al deterioro y daños en la máquina.

La idea fue propuesta por el practicante y aprobada por gerencia de la planta, dando así el paso para la implementación del proyecto. Lo que se propuso hacer fue limpiar la máquina, retirar dichos residuos externos e internos ya mencionados, y en el transcurso de la elaboración buscar factores o mejoras, como daños y otros posibles causantes del deterioro de la máquina, para realizar una solicitud de mantenimiento y corregir estos hallazgos. La idea es estandarizar este proceso paso a paso, observaciones y consejos; para que el operario cuente con una ficha y un cronograma a seguir y así convertir este proyecto en un mantenimiento autónomo programado.

El paso a paso se encuentra en el Anexo A.

Al final se evidenciaron fugas de aceite, las cuales fueron encontradas y limpiadas el viernes 16 de febrero (un día después de la limpieza), para certificar el lunes 19 de febrero si aún se presenta la fuga de aceite en la máquina. De ser así, se evidencia que se inspeccionó y encontró una fuga gracias al proceso y se haría la respectiva solicitud a mantenimiento.

Se adjuntan fotos para evidenciar el proceso desde la Figura 11, hasta la 14.

Figura 11 y Figura 12: Limpieza parte trasera de la máquina.



Figura 13 y Figura 14: Extracción en la máquina y depósito en el tanque, del refrigerante contaminado de aceite.



Las demás evidencias del proceso se presentan en el Anexo B.

Ya que estos dos planes se hicieron en base de proyectos pilotos, para analizar el proceso y luego estandarizarlo en cada una de las máquinas de la empresa; se hizo con dos tipos de máquinas, una de control eléctrico, sin guardas y la otra CNC con guardas, para determinar el tiempo de tardanza y proceso de paso a paso, a seguir para este proyecto.

El proyecto tuvo una preparación previa antes de comenzar a implementarlo, mediante un diagrama de flujo.

También el proyecto fue reconocido por la empresa, a nivel nacional e internacional entre Dana Transejes Ecuador y Colombia, por medio de la revista o artículo digital de la empresa llamada así somos, a la cual le es enviada a todos los funcionarios de la empresa. Como se muestra en la figura 17 Y 18.

Figura 15: Portada revista así somos.



Figura 16: Pagina donde se publicó el proyecto.

SEGURIDAD

JORNADA DE MANTENIMIENTO Y 5S EN BUCARAMANGA

Como parte del programa que busca garantizar la seguridad de todos nuestros colaboradores en las operaciones ANCOM se llevó a cabo la limpieza e inspección de la maquina Rotollo de la línea Interejes en la planta de Bucaramanga.



El objetivo de esta labor de mantenimiento era la de retirar todos los residuos externos e internos y buscar factores de deterioro haciendo la respectiva solicitud de mantenimiento corrigiendo oportunamente estos hallazgos. El primer paso para verificar el estado de la máquina fue la implementación de LOTO en donde se identificaron todas sus partes procediendo a su posterior limpieza. Los líquidos como aceites fueron vaciados siguiendo el respectivo proceso y tomando las precauciones requeridas, depositándolos en tanques diseñados específicamente para los residuos líquidos.

Finalmente y después de 3 horas de limpieza, se volvieron a disponer cada una de las partes en la maquina verificando su correcto funcionamiento, las novedades encontradas fueron oportunamente reportadas, realizando la respectiva solicitud para su mantenimiento.

Agradecemos a todo el equipo de mantenimiento (Jesús Gamboa, Luis Murillo, Helmer Rincón, Jonathan Tarazona, Héctor Cetina) al Operario de Interejes (Gilberto Tarazona Rincón) por su disposición durante esta jornada de mantenimiento las cuales realizan un valioso aporte manteniendo la seguridad y continuidad operacional en todas nuestras plantas.

5

8.2.2. Seguimiento del mantenimiento preventivo (Autónomo).

Se hizo el seguimiento pertinente del mantenimiento autónomo día a día, enviando un informe semanal al gerente y al ingeniero de mantenimiento para intervenir en los problemas, como se mostrará a continuación en la Tabla 3 de la Línea Juntas fijas.

Tabla 3: Ficha de seguimiento semanal del mantenimiento autónomo.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		En Orden	Problema	No se hizo	Reporte hecho por: Jonathan Steven Tarazona Torres	Dana Transejes Colombia (THC)	FEBRERO 2018
Línea	Máquina	Reporte semanal	Reporte semanal	Reporte semanal	Resumen del registro en la semana en el rango de fechas Hallazgo	01/03/2018 --- 21/03/2018	Fecha de corrección
						Acción	
	Roto-flo 3						
	S. quadrex 2						
	S. quadrex 3						
	Drill-Unit						
	Cincinnati				Se realizó el mantenimiento autónomo en toda la semana reportando solo un problema: Existen fugas de aceite que provocan charcos y por ende accidentes.		Identificar procedencia de fugas y sellarlas o repararlas.
	Okuma						
	SI-4A				Se realizó el mantenimiento autónomo en toda la semana reportando solo un problema: Existen fugas de aceite y refrigerante que provocan charcos y por ende accidentes.		Identificar procedencia de fugas y sellarlas o repararlas.
	Ex-Cell-O 1				Se realizó el mantenimiento autónomo en toda la semana reportando dos problemas: Se necesita traperos para limpiar partes altas, como la lampara y laterales de la máquina; también el extractor no funciona correctamente.		Comprar kit de aseo, para cada línea, demarcar zona para el kit y revisar fallas posibles en el extractor, para intervenir.
	Ex-Cell-O 2				Se realizó el mantenimiento autónomo en toda la semana reportando dos problemas: Se necesita traperos para limpiar partes altas, como la lampara y laterales de la máquina; también el extractor no funciona correctamente.		Comprar kit de aseo, para cada línea, demarcar zona para el kit y revisar fallas posibles en el extractor, para intervenir.
	Jhonford						
	Magna-Flux						
	Indiza						
	FDf				Se realizó el mantenimiento autónomo en toda la semana reportando solo un problema: Inconvenientes con el filtro del tanque.		Corregir problema en el motor de la rejilla del filtro, el cual hace que el filtro avance. Si no es este el problema, identificarlo y buscar posible solución.

La tabla principalmente muestra un resumen del estado de cómo se encontró la maquina durante la semana. Y así se lleva un reporte, registro y estudio de los resultados del proyecto.

En la tabla se muestra la línea de producción y las máquinas contenidas en cada una, con un reporte del estado de la misma encontrado en la inspección semanal. Luego muestra los hallazgos encontrados durante esa semana y por último muestra el tipo de acción que se puede aplicar y la fecha estipulada para tener la acción impuesta.

última parte de la tabla.

8.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

En la entrega de resultados presentada cada mes se evidenció una baja en los indicadores de disponibilidad de máquinas, presentada por mantenimiento, por lo que se decidió realizar un plan de acción con respecto al historial de fallos presente desde el 01/01/2017, se realizó una actualización del mantenimiento preventivo, interviniendo las maquinas más críticas. También se hizo un plan de acción para implementar un sistema de inventario, donde se pueda registrar y llevar un control de los repuestos críticos entrantes y salientes del almacén.

Para el sistema de mantenimiento preventivo se realizó un diagrama de Pareto en las maquinas cuello botella, basándose de los históricos de trabajos correctivos registrados, donde se encontraron las máquinas que ocasionan un 80% de las paradas totales, como se muestra en la Tabla 4. El mismo proceso se realizó a cada una de las líneas, comenzando por la línea de Trípodes y Juntas fijas, y luego a las demás líneas. Registrando así 30 máquinas seleccionadas para la actualización del mantenimiento preventivo incluidas las 7 máquinas encontradas en el cuello de botella. Este sistema permite ver la causa general, un diagnostico hecho por el

técnico de mantenimiento y la forma de reparación o solución del problema, para crear nuevas actividades en las fichas de servicio e inspección, cómo se muestra en la Tabla 5. Al igual el cronograma del mantenimiento preventivo fue modificado en relación con la frecuencia con que se registraron cada uno de los problemas en las máquinas. En la Figura 17 y 18 se evidencia algunos de los registros hechos en la Tocco2, en base a los cambios realizados, donde lo resaltado en gris son las actividades que se adicionaron por el estudiante luego del análisis.

Tabla 4: Análisis por plan de Pareto en la Tocco 2

Etiquetas de fila	TUBO INTERCAMBIADOR	TOCCO 2	FRECUENCIA	% ACUMULADO
TOCCO 2	56	alarma de protección del generador no conectado	20	36%
alarma de protección del generador no conectado	20	alarma falta de flujo	7	48%
Alarma de protección regulador rotacion	2	FUGA DE AGUA EN EL GENERADOR.	5	57%
alarma falta de flujo	7	Temperatura de hidrotemple / modulos alta (generador).	5	66%
Alarma fuente de simodrive no lista	3	Alarma fuente de simodrive no lista	3	71%
Alarma servoregulador no preparado	1	Alarma de protección regulador rotacion	2	75%
CAMBIO DE RELACION AUTOTRANSFORMADOR	1	Fallo fuente de simodrive (alarma) - alarma de generador no conectado	2	79%
CAMBIO RELACION DE ELECTRICA PARA ESPIGA	1	Puerta guarda frontal no funciona/puerta no permite dar ciclo	2	82%
EXPLOSION EN MODULO DE POTENCIA.	1	Alarma servoregulador no preparado	1	84%
Fallo fuente de simodrive (alarma) - alarma de generador no conectado	2	CAMBIO DE RELACION AUTOTRANSFORMADOR	1	86%
Fuga de aceite	1	CAMBIO RELACION DE ELECTRICA PARA ESPIGA	1	88%
FUGA DE AGUA EN EL GENERADOR.	5	EXPLOSION EN MODULO DE POTENCIA.	1	89%
Fuga en la bomba de hidrotemple	1	Fuga de aceite	1	91%
Lampara luz tocco - prensa no sirve	1	Fuga en la bomba de hidrotemple	1	93%
NO DA CICLO	1	Lampara luz tocco - prensa no sirve	1	95%
Puerta guarda frontal no funciona/puerta no permite dar ciclo	2	NO DA CICLO	1	96%
SOBRECALENTAMIENTO INDUCTOR DERECHO.	1	SOBRECALENTAMIENTO INDUCTOR DERECHO.	1	98%
sube a posición de origen y no temple	1	sube a posición de origen y no temple	1	100%
Temperatura de hidrotemple / modulos alta (generador).	5			

Tabla 5: Sistema del histórico de fallos.

Maquina	Nivel de criticida	Linea	Problema	Causa real	solucion
TOCCO 2	1	INTEREJES	TUBO INTERCAMBIADOR PARTIDO.	DESGASTE DE USO TUBO ROTO	SE AJUSTARON TUBERIAS SUELTAS SE SE AJUSTO TERMINAL CON FUGA..
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	MODULOS SUELTOS	AJUSTAR MODULOS
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	Fuga de agua en el modulo derecho produce un arco eléctrico disparando la máquina	se desmonto módulo derecho y se cambio por otro en buen estado
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	TAPONAMIENTO EN LOS MODULOS	LIMPIEZA DE MODULOS...AJUSTE DE CONTACTOS
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	breaker de control disparado, cableado suelto	se revisaron los modulos , circuito control en buen estado y se arreglo cableado
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	MODULO DERECHO SE DAÑO, SE CALINENTA MODULO DERECHO..	SE REVIZO CONTROL AJUSTE DE TARGETASSE MIDIO TEMPERATURA , SE MIDIO MODULO DAÑADO SE CAMBIO MODULO.
TOCCO 2	1	INTEREJES	Fuga en la bomba de hidrotemple	se rompi tapon de diametro 1/8	se cerraron llaves, se desmonto tapon y se cambio se desmonto modulo izquierdo y se cambio, se hizo mto a todo el generador por la humedad, se revisaron y ajustaron tarjetas y relés, se desmonto y revizó sensor de caudal no funciona correctamente
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	MODULO TAPADO	SE REVISO CONTROL SE CAMBIO MODULO DERECHO.
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	Modulo inversor con problemas	Se cambio modulo por taponamiento
TOCCO 2	1	INTEREJES	EXPLOSION EN MODULO DE POTENCIA.	CONDENSADOR ESTALLO	SE REVIZO MAQUINA SE LIMPIO SE MONTO MODULO DE LA TOCCO 1
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	Fuga en una de las mangueras trasera y se mojaron tarjetas	Cambio de racores a 3 mangueras traseras, limpieza, secar generador 100% con secador electrico
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	Los modulos estan calientes ya que el agua de refrigeracion se calento; el chiller no aguanto	Se dejo refrigerar (enfriar) y ok
TOCCO 2	1	INTEREJES	alarma de protección del generador no conectado	Modulo tapado y tubos sulfatados	Se hizo limpieza y se reparo tubo sulfatado y se monto y probó ok

Figura 17: Registro de actualizaciones.

TOCCO 2

- Ficha 1

* Limpieza mangueras.

* Cambio de mangueras deterioradas, o en mal estado.

* Cambiar agua si es necesario.

* Limpiar tarjetas y hacerle correcciones por desgaste.

* Ajuste de abrazaderas.

* Cambiar tubos de bronce y racores deteriorados o lijar.

* Ajustar tornillos y componentes de los módulos si estos están sueltos.

* Limpieza química usando módulo de limpieza.

- Ficha A


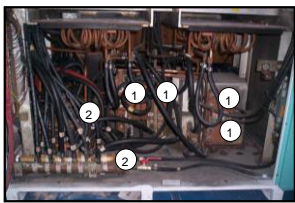
- Módulos: 6 * Taponamiento->* Inspeccionar si los tubos y mangueras no están tapados por impurezas. ->* Flujo normal y óptimo del fluido.

- Sensores->17-> revisión estado de los sensores y medidores-> verificar que los sensores inductivos, magnéticos, flujómetros, manómetros, termómetros entre otros, estén en buen estado.

- Compuertas->17->* Revisar ajuste->*Revisar cilindro y ajuste de las compuertas->El cilindro debe desplazarse suave y completamente. La compuerta debe estar bien asegurada.

- Se hizo cambio de cronograma de servicio en la tocco 2

Figura 18: Ficha de servicio en la Tocco 2 actualizada.

T.P.M.		FICHA DE SERVICIO No 2		8 HORAS	
SISTEMA DE REFRIGERACION DE POTENCIA		Aprobado por: David Delgado	Fecha de emisión: 24-abr-18		
		Preparado por: Francisco M. Jonathan T	Fecha de revisión: 3-may-18		
		Página 1 de 1		Versión: 2	
					
SDT No. _____				Fecha de realización del servicio: _____	
Parte	No.	Servicio y/o Inspección	Criterio	Observaciones	
Condensadores	1	<ul style="list-style-type: none"> Verificar ajuste de las mangueras. Cambiar mangueras en estado de deterioro. 	<ul style="list-style-type: none"> Taponamiento en la manguera Fugas de agua Abrazaderas desajustadas Mangueras en mal estado 		
Regleta de conexión control modulo	2	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza Ajuste de conexiones 	<ul style="list-style-type: none"> Taponamiento en la manguera Fugas de agua Abrazaderas desajustadas Mangueras en mal estado 		
General	3	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza química usando módulo de limpieza Ajustar y limpiar elementos, como acoples, abrazaderas, llaves, mangueras, tubos. 	Realizar		
ESTADO FINAL :					
_____ Vo Bo TECNICO MANTENIMIENTO			_____ Vo Bo OPERARIO O LET		



Después de realizar la ficha para el mantenimiento preventivo, se implementa en el cronograma y es subida en el sistema para poder realizarse, luego se debe realizar un análisis de resultado en base al desarrollo del indicador en las siguientes reuniones mensuales, para determinar el impacto del plan de acción, y con esto sacar conclusiones para una mejora del plan o una reestructuración de este.

8.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

En análisis de vibraciones y termografía se tiene contratado una empresa llamada "SIELECOM S.A.S".

Para los reportes y análisis de vibraciones, como los de termografía, se hizo primero un plan piloto a las maquinas cuellos de botella de la empresa, para mirar el proceso y el progreso de esta con dicha práctica de mantenimiento predictivo. El primer análisis se realizó en el mes de noviembre y los resultados fueron evaluados por el ingeniero de mantenimiento y el practicante de ingeniería mecánica en el mes de diciembre. Se encontraron algunos errores y correcciones para el análisis de termografía, y unas recomendaciones en el análisis de vibraciones, tales como pedir el espectro de los estudios y bajo que norma se rige el análisis. Esto para tener una mayor seguridad de los resultados. Se llego a un acuerdo con el representante de SIELECOM, para hacer un análisis de vibración y termografía 9 veces al año, donde se hará un análisis a toda la planta distribuidos en estos nueve meses; programando una próxima reunión para el día 23/03/2018.

En la fecha se hizo la respectiva reunión entre el representante de SIELECOM, el ingeniero de mantenimiento y el practicante de ingeniería mecánica. Se preguntaron y definieron la entrega del informe pasado con las correcciones encontradas, y se definió fechas para comenzar con el proceso de análisis de vibraciones que se harán a las máquinas seleccionadas de las 5 (cinco) líneas de producción en la

empresa; dejando así para finales del mes de abril, el inicio de la implementación del mantenimiento predictivo en vibraciones y termografía para la empresa.

El cronograma que se diseñó está dividido en 2 sesiones cada año y medio; poniendo en cada sesión 9 meses para la realización de los mantenimientos predictivos de termografía y vibraciones. Los nueve meses están divididos por tipos de procesos. El primer proceso son Tornos, el segundo Fresadoras y Roladoras, el tercero Rectificadoras, el cuarto Templadoras, el quinto Centradoras, y el sexto los demás: Cortadoras, Hornos, Magna test y Prensas. El sistema se implementará a todas las líneas de la empresa. En la Figura 19 se muestra un ejemplo del cronograma designado a la línea de Juntas Fijas, en la Tabla 6 se muestra el cronograma distribuidos en los 9 meses y en las Figuras 20 y 21 se muestran un ejemplo de los informes entregados por Sielecom.

Figura 19: Cronograma de mantenimiento predictivo en la línea de Juntas Fijas.

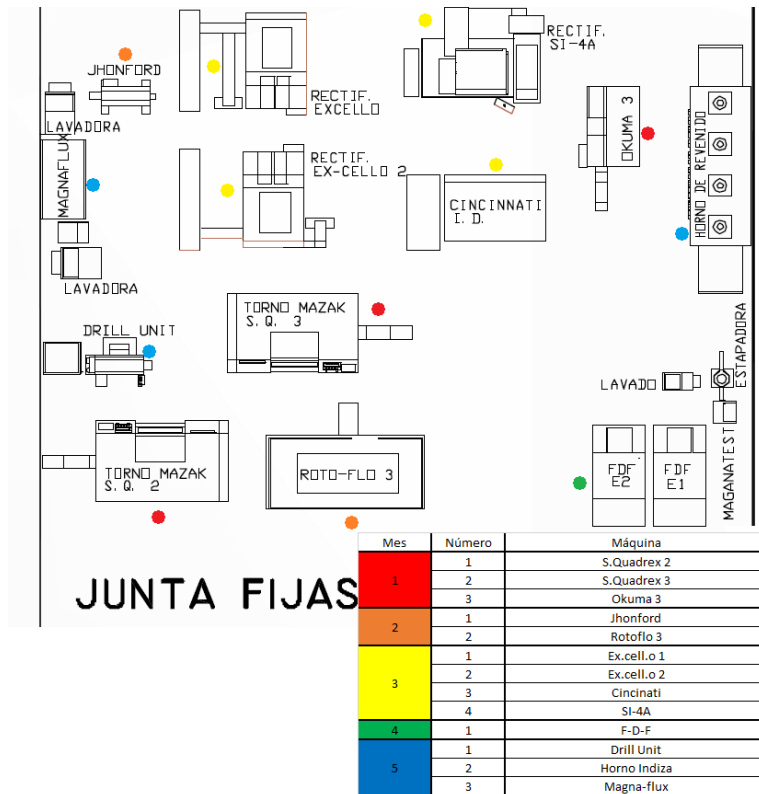



Tabla 6: Cronograma del mantenimiento predictivo para Sielecom.

LÍNEA	MÁQUINA	MESES											
		MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO			
1	JUNTAS FIJAS	1.1	S. Quadrex 2										
		1.2	S. Quadrex 3										
		1.3	Okuma 3										
		2.1	Jhonford										
		2.2	Rotoflo 3										
		3.1	Ex. cell. o 1										
		3.2	Ex. cell. o 2										
		3.3	Cincinnati										
		3.4	SI-4A										
		4.1	F-P-F										
		5.1	Drill Unit										
		5.2	Horno Indiza										
		5.3	Magna-flux										
2	TRIPODES	1.4	Okuma 4										
		1.5	Mazak 1										
		1.6	Mavilor										
		1.7	Mazak 2										
		2.3	Colonnati										
		2.4	Variinelli										
		3.5	Gendron										
		3.6	Landis 2										
		3.7	Landis 3										
		5.4	Magna-flux										
		1.8	Doosan										
		1.9	Avenger										
		1.10	S. Quadrex 5										
1.11	S. Quadrex 4												
1.12	Dublied												
1.13	Okuma												
2.5	Rotoflo 1												
2.6	Rotoflo 2												
2.7	Rotoflo 5												
3.8	Cincinnati Exteriores												
4.2	Tocco 1												
4.3	Tocco 2												
5.5	Magna-Flux												
5.6	Horno Surface												
5.7	Centradora T.C.T												
5.8	Centradora UMA												
5.9	Sierra Doal												
6.1	Prensa Flexible Press												
6.2	Prensa Power Press												
4	TULIPAS	1.14	S. Quadrex 1										
		1.15	Doosan										
		1.16	Cincinnati										
		2.8	Rotoflo										
		3.9	Danobat										
		4.4	E.F.D										
		5.10	Centradora Brevet										
		5.11	Magna-flux										
		6.3	Prensa Anillo Reten										
		6.4	Prensa Marañona										
		6.5	Prensa Ensemble A&S										
		6.6	Prensa automática J.F										
		6.7	Prensa tripodes										
6	HOMOCINÉTICOS	6.8	Sistema de Engrase										
		6.9	Prensa American										
		6.10	Prensa Veltri										

Figura 20: Reporte de vibraciones en bomba de la FDF.


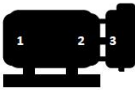


SIELECOM S.A.S.
"Right Knowledge at the right time"

REPORTE DE VIBRACIONES

Versión 1.0
Fecha: 22/11/17

Empresa	Dana Transejes Colombia	Área	Juntas Fijas
Equipo	Motor Bomba FDF 1	Cód. Motor	10015100
Fabricante	WEG	Potencia KW (HP)	5,5 (7,5)
Imagen	Diagrama esquemático		

Reporte total de valores medidos

Punto	Dirección	Fecha	mm/s RMS	gBC	gE
1	H	26/10/2017	7,061	0,322	0,134
1	V	26/10/2017	5,608	0,309	0,159
2	H	26/10/2017	4,879	0,405	0,177
2	V	26/10/2017	12,038	0,320	0,149
2	A	26/10/2017	6,162	0,248	0,146
3	H	26/10/2017	4,223	0,447	0,000

Descripción de siglas y variables:

H: Horizontal	mm/s RMS: Valor global de vibración en velocidad
V: Vertical	gBC: Condición del rodamiento (Aceleración en alta frecuencia)
A: Axial	gE: Gravedades de envolvente (Demodulación)


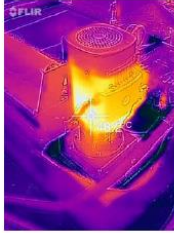
Diagnóstico:

- Soltura estructural en dirección vertical del motor.

Recomendaciones:

- Inspeccionar estado de estructura de soporte del motor (eliminar todo aquello que cause debilidad en la estructura, como grietas, fisuras o tornillos sueltos) en especial en la zona de carga del motor.

Figura 21: Reporte de termografía motor del filtro en la máquina Danobat.

1. INFORME DE TERMOGRAFIA				
Cliente		Proyecto		
TRANSEJES		MONITOREO DE CONDICION A EQUIPOS CUELLO DE BOTELLA		
Equipo		DONOBAT		
Datos	Clase	Descripción	Acción	
Clase	Motor	A $\Delta T > 40^{\circ}\text{C}$	Deficiencia Peligrosa	Intervenir inmediatamente
Tipo	Bobinado	B $\Delta T = 21^{\circ}\text{C}$ a 40°C	Deficiente	Reparar tan pronto como sea posible
Fecha	7/11/2017	C $\Delta T = 11^{\circ}\text{C}$ a 20°C	Probable deficiencia	Intervenir en la próxima parada
Hora	8:45	D $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$	Estado normal	Posible buen funcionamiento: Se requiere más tomas termográficas
Imagen Térmica		Tabla de Valores		
 		PARÁMETRO	VALOR	Delta ΔT
		Punto 1 Referencia	39.5°C	
		Punto 1 Emisividad	0.96	
		ANÁLISIS PUNTO	VALOR	
		Punto 2 Temperatura	48.2°C	
		Punto 2 Emisividad	0.96	
COMENTARIOS: Motor con rangos de temperatura aceptables, se recomienda proceder con la planeación y programación de mantenimiento preventivo.				

También se entregaron resultados de análisis de aceites por parte de la empresa LUBRIGRAS, como se muestra en la imagen 22; los cuales fueron analizados por el área de mantenimiento y el practicante hizo un reporte o diagnóstico de cada uno, como se muestra en la Tabla 7.

Figura 22: Reporte de aceite en la rectificadora Gendron.

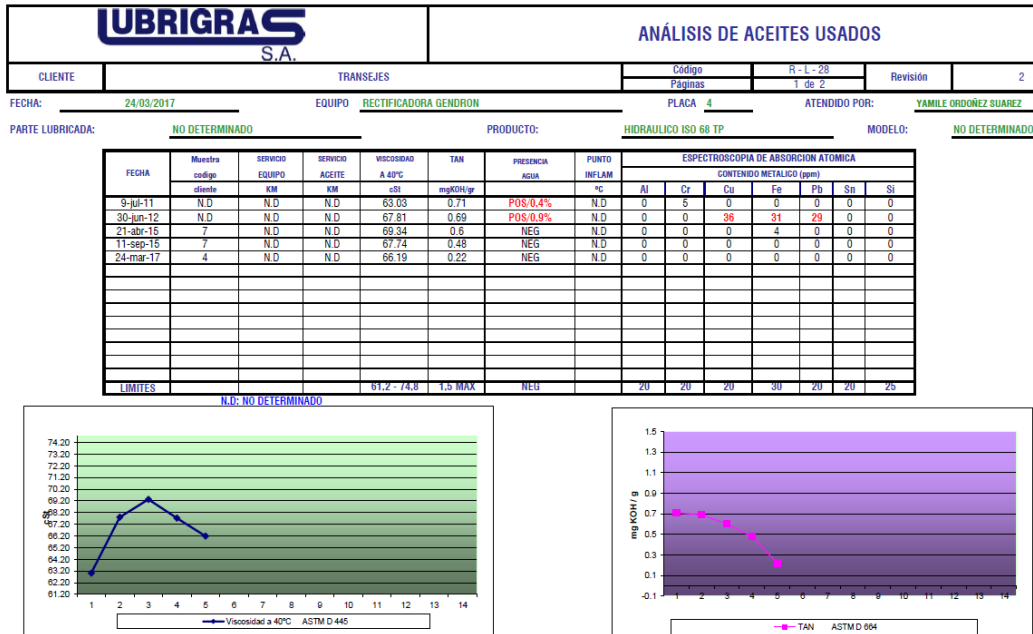


Tabla 7: Diagnostico hecho por el practicante de ingeniería mecánica.

Realizado por: Lubrigras S.A-Ingeniero Francisco Manosalva-Jonathan Tarazona			Resultados y Diagnostico de análisis de aceites usados en Dana Transejes Colombia THC Bucaramanga													
Menos del rango	En el rango	Más del rango	Análisis: 24/03/2017										Estudio: 22/02/2018		Fecha para corregir	
Línea	Máquina	Tipo de aceite	Rangos de viscosidad permitidos	Rangos de TAN permitidos	Viscosidad	TAN	PPM Al (20. MAX)	PPM Cr (20. MAX)	PPM Cu (20. MAX)	PPM Fe (30. MAX)	PPM Pb (20. MAX)	PPM Sn (20. MAX)	PPM Si (50. MAX)	Presencia Agua (0%)	Observación y Recomendación	Fecha para corregir
Tripodes	Mavilor	ISO 68	61,2--74,8	0--1,5	55,5	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	Se mezcló Iso 68 con otro aceite de menor viscosidad, lo cual causó que la viscosidad bajara 7,25 cSt de la última muestra y diera 5,7 cSt menor del rango mínimo permitido. Se recomienda drenar aceite y reemplazarlo por solo aceite ISO 68, o nivelar viscosidad agregándole un poco más de ISO 68, para que la viscosidad de esa mezcla de aceite este dentro del rango de viscosidad permitido.	
Tripodes	Mazak 2	ISO 32	28,8--35,2	0--1,5	36,59	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	Se mezcló Iso 32 con otro aceite de mayor viscosidad, lo cual causó que la viscosidad aumentara 3,62 cSt de la última toma y excediera 1,39 cSt del valor máximo del rango permitido. Se recomienda drenar aceite y reemplazarlo por solo aceite ISO 32, o nivelar viscosidad agregándole un poco más de ISO 32, para que la viscosidad de esa mezcla de aceite este dentro del rango de viscosidad permitido.	
Tripodes	Landis 3	ISO 68	61,2--74,8	0--1,5	66,42	0	0	0	0	0	0	0	0	1%	El aceite presenta una contaminación de 1% de agua. Se recomienda buscar posibles infiltraciones y si este porcentaje aumenta, estudiar la posibilidad de drenar, inspeccionar la infiltración, corregir, verificar y volver a llenar solo con el aceite estipulado, ósea ISO 68	
Tripodes	Gendron	ISO 68	61,2--74,8	0--1,5	66,19	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	El aceite se encuentra en los parámetros establecidos y permitidos de trabajo. Se recomienda lubricar o ingresar aceite sólo con ISO 68 al sistema.	
Laboratorio de diseño	Máquina de durabilidad	ISO 46	41,4--50,6	0--1,5	45,83	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	El aceite se encuentra en los parámetros establecidos y permitidos de trabajo. Se recomienda lubricar o ingresar aceite sólo con ISO 46 al sistema.	
Tripodes	Landis 2	ISO 68	61,2--74,8	0--1,5	67,11	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,50%	El aceite presenta una contaminación de 0,5% de agua. Se recomienda buscar posibles infiltraciones y si este porcentaje aumenta, estudiar la posibilidad de drenar, inspeccionar la infiltración, corregir, verificar y volver a llenar solo con el aceite estipulado, ósea ISO 68	
Tripodes	Varinelli	ISO 46	41,4--50,6	0--1,5	49,41	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	El aceite se encuentra en los parámetros establecidos y permitidos de trabajo, sin embargo, se debe estar pendiente, ya que el nivel de viscosidad esta casi en el rango superior. Se recomienda lubricar o ingresar aceite sólo con ISO 46 al sistema.	
Tripodes	Torno M QT-25	ISO 32	28,8--35,2	0--1,5	36,62	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	Se mezcló Iso 32 con otro aceite de mayor viscosidad, lo cual causó que la viscosidad aumentara 0,61 de la última toma y excediera 1,42 cSt del valor máximo del rango permitido. Se recomienda drenar aceite y reemplazarlo por solo aceite ISO 32, o nivelar viscosidad agregándole un poco más de ISO 32, para que la viscosidad de esa mezcla de aceite este dentro del rango de viscosidad permitido.	

Tripodes	Okuma 4	ISO 32	28,8--35,2	0--1,5	36,81	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Se mezcló Iso 32 con otro aceite de mayor viscosidad, lo cual causó que la viscosidad aumentara 1,79 de la última toma y excediera 1,61 cSt del valor máximo del rango permitido. Se recomienda drenar aceite y reemplazarlo por solo aceite ISO 32, o nivelar viscosidad agregándole un poco más de ISO 32, para que la viscosidad de esa mezcla de aceite este dentro del rango de viscosidad permitido.
----------	---------	--------	------------	--------	-------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

8.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTONOMO 5´S.

Las fichas 5´s con las que cuenta la empresa se centra en el orden limpieza y estado óptimo del funcionamiento de la máquina. Durante la práctica se asignó al estudiante la implementación del proyecto 5´S para la sección de taller; ya que esta no cuenta con ningún seguimiento de mantenimiento preventivo o de seguridad. El trabajo para esta Área fue designado el día 12/01/2018, y fue entregado el día 31/02/2018.

El formato de limpieza 5´s consta de la identificación de puntos críticos en las máquinas, donde se presenta la mayor concentración de suciedad o de importancia para la funcionalidad de la misma; en ella se programan las tareas de distintos puntos de la máquina durante los días de la semana, es decir, la máquina debe limpiarse o hacer su proceso de 5´s en el transcurso de la semana durante todas las semanas. Un ejemplo de éstas fichas realizadas por el estudiante en el área de taller se muestra en la Figura 23.

Figura 23: ficha 5's torno Doosan Taller.

THC		FICHA DE LIMPIEZA MTO AUTONOMO y 5'S				LÍNEA:	TALLER:	PÁGINA:	1 DE 1				
OBJETIVO:		MANTENER EL ESTADO DEL PUESTO DE TRABAJO EN CONDICIONES OPTIMAS DE ORDEN Y ASEO, DURANTE LA JORNADA LABORAL Y AL FINALIZAR EL TURNO				DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:	LIMPIEZA GENERAL						
RESPONSABLE:		OPERARIO:		ELABORÓ:		EQUIPO AUTONOMO							
ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO		PRECEDENCIA									
1	ESTRUCTURA FRONTAL SUPERIOR	X											
2	ESTRUCTURA FRONTAL INFERIOR	X											
3	MANUBRIO DE CONTROL	X											
4	ÁREA INTERNA DE LA MÁQUINA			X									
5	TORRETA												
6	LAMPARA			X									
7	CAPIZAL					X							
8	ARRASTRE					X							
9	CONTRAPUNTO					X							
10	MUSILO DEL PLATO					X							
11	GABINETE ELECTRICO							X					
12	SISTEMA HIDRÁULICO								X				
13	SISTEMA DE LUBRICACIÓN									X			
14	ESTRUCTURA LATERAL DE LA MÁQUINA									X			
15	ESTRUCTURA POSTERIOR MÁQUINA									X			
16	TEJA REFUGERANTE MOTOR Y MOTOR									X			

REV. REV.	CAMBIO	REALIZO:	V. P. HABITO	V. P. SEGURIDAD	V. P. COORD.	V. P. LET.	FECHA	NOTA 2: PARA HACER LIMPIEZA A PARTES ELECTRICAS Y PARTE SUPERIOR DE LA MÁQUINA ESTA DEBE ESTAR DESENERGIZADA. NOTA 3: PARA REALIZAR TRABAJOS DE RIESGOS O DE ALTO RIESGO SE DEBE TRANSMITIR EL PERMISO DE TRABAJO RESPECTIVO ANTE RRHH			
	LIDERADO	J. MARAÑONA					23/03/18				

ELEMENTOS DE ASEO	PAÑO Y LAMILLA		LUIS CARO	COPIA: EQUIPO AUTONOMO	REGISTRO ARCHIVO: CONSULTADOR PROYECTO MESTRIFICAPISO 1
	DES-GRASANTE				

8.6. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

En la empresa, uno de los mayores factores de mantenimiento es el correctivo. El practicante ha participado en algunos de ellos, como son:

- La limpieza e inspección de un transformador, para templadora.
- Identificación de fugas y solución de ellas.
- Participación en la observación y análisis de fallo por vibración, para el ventilador de un Horno.
- Disminución de temperatura al hidrotemple, por control en el chiller.
- arreglo de fugas neumáticas en la prensa Marañoña o del deflector.

En la Prensa Marañoña se pidió un análisis de fuerza y trabajo que hace el cilindro neumático, para unas medidas en la norma con la que se rige este proceso. Esta

labor fue planteada y pedida por el ingeniero de procesos, Luis Caro. En la realización, se encontró un problema en la máquina, la presión subía lenta y gradualmente, a veces ni alcanzando la presión requerida; así que después de un descarte de ideas se llegó a la conclusión con el ingeniero de mantenimiento, que había una fuga interna; por lo que el practicante de ingeniería procedió a bajar y destapar el equipo. Los repuestos fueron comprados y se montó el mismo día que se bajó la máquina, por motivos de producción; corrigiendo así el error que tenía el cilindro y haciendo la toma de datos de la maquina por medio de una celda de carga. Mientras se tomó los datos, se encontró la posibilidad de una mejora, por parte del Ingeniero Manosalva (mantenimiento), el Ingeniero Caro (procesos) y el practicante de Ingeniería. El proceso de esta prensa es el siguiente: La prensa marañona o deflectora es una máquina para ensamblar un anillo deflector a la tulipa, para esto se necesita un molde (dispositivo fijo), para sostener la tulipa y un cilindro manipulado por dos pulsadores neumáticos, que inserta el deflector a la tulipa. Luego de que el deflector ya quedo en la tulipa, se sueltan los pulsadores y el cilindro sube hasta llegar a su punto muerto superior, luego se presiona otro pulsador y este va conectado con un cilindro en la parte baja en la prensa, el cual impulsa la tulipa hacia arriba, sacando la tulipa del dispositivo fijo. Esto ocasiona un trabajo inseguro y peligroso en el momento que la tulipa pueda salir inclinada y el operario no la esté sosteniendo, ya que sale a una presión de 90 psi y puede así golpear el rostro del operario, causando lesiones. Las imágenes que describen el proceso se muestran en el Anexo C. Se ideo implementar un sistema donde al bajar el cilindro superior el cilindro inferior también baje con él, accionados por los mismos pulsadores; luego, al soltar los pulsadores los dos suben al mismo tiempo, por lo que la tulipa siempre estará en contacto con los dos cilindros y se movería de forma lenta, como lo hace el cilindro superior al retornar. Para esto se deben hacer un dispositivo acoplado al cilindro inferior, para cada tulipa. El cálculo de las dimensiones de los dispositivos fue hecho mediante planos ilustrativos en las imágenes 24,25,26 y 27.

Figura 24: Medición del primer dispositivo.

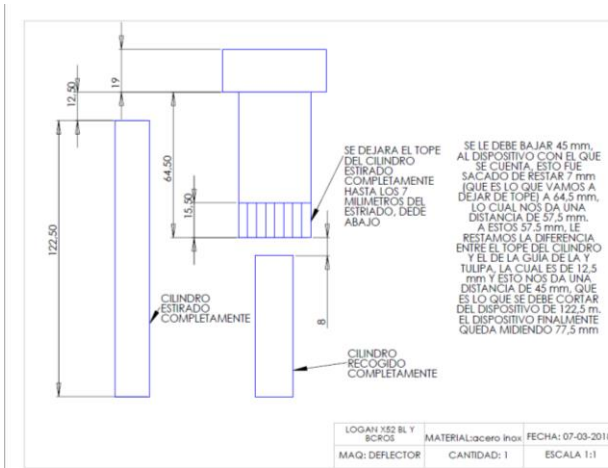


Figura 25: Medición del segundo dispositivo.

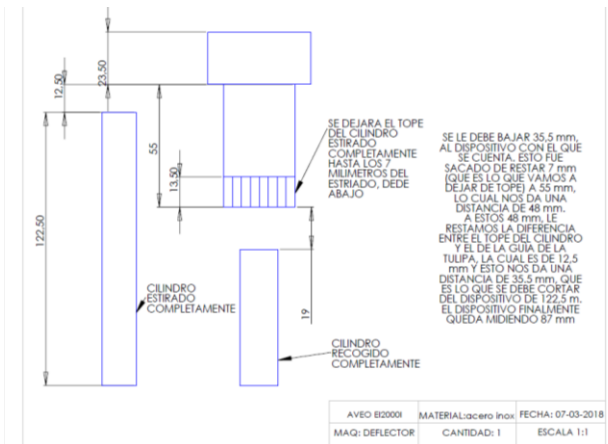


Figura 26: Medición del tercer dispositivo.

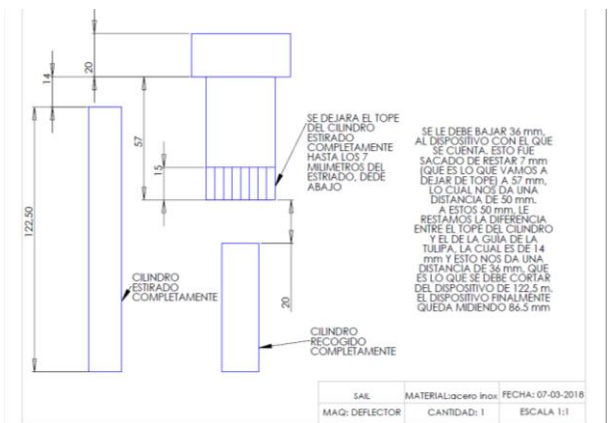
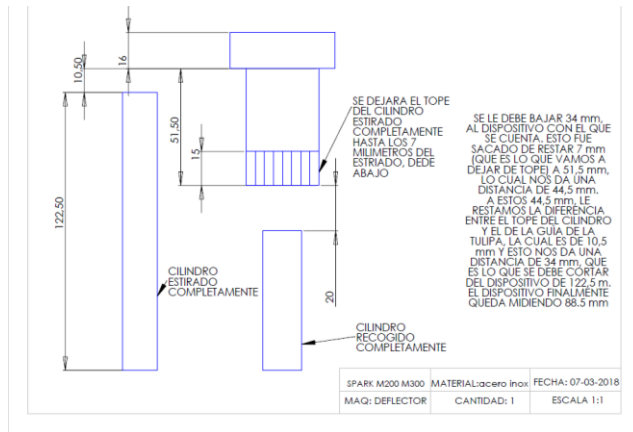


Figura 27: Medición del cuarto dispositivo.



Después de las mediciones se llegó a la conclusión de hacer dos dispositivos, ya que para tres tipos de tulipas el corte del dispositivo original es casi el mismo, varían de 1 a 2mm, como se muestran en las figuras 28 y 29

Figura 28: Diseño del primer dispositivo.

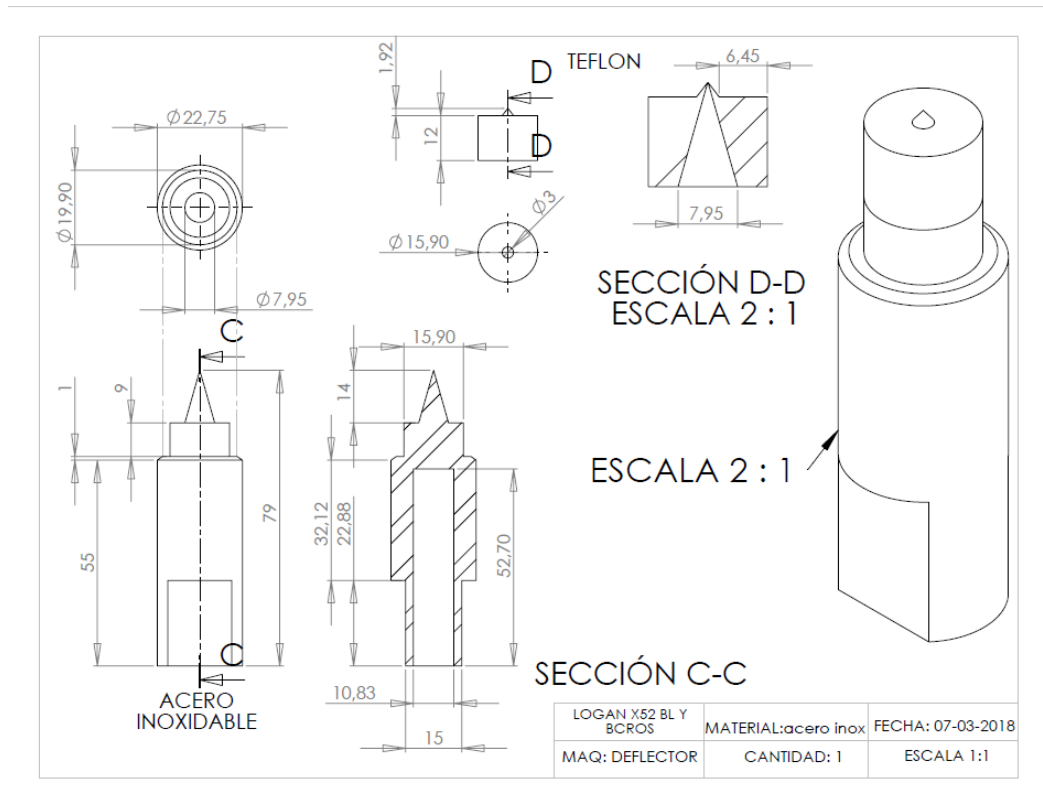
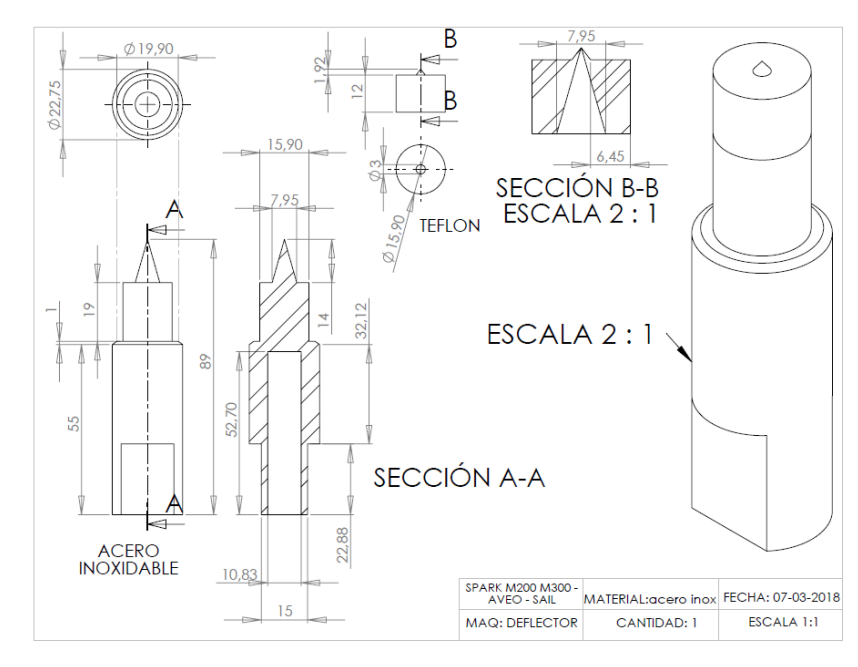


Figura 29: Diseño del segundo dispositivo.



Para el proyecto se decidió crear un solo dispositivo de prueba, esto para observar si el proyecto es viable o factible y los resultados fueron positivos. Efectivamente el dispositivo fue entregado por personal del taller e instalado por el ingeniero Francisco Manosalva (mantenimiento) y Jonathan Tarazona (estudiante en práctica). El dispositivo cumple con lo esperado respecto a su diseño y el proceso pasa a ser un trabajo más seguro y eficiente como se muestra en la tabla 2 e imagen 30, 31 y 32.

Figura 30: Tulipa impulsada por el cilindro superior.



Figura 31: Retorno de cilindros a su punto muerto superior.

Figura 32: Tulipa saliendo del dispositivo fijo o molde.

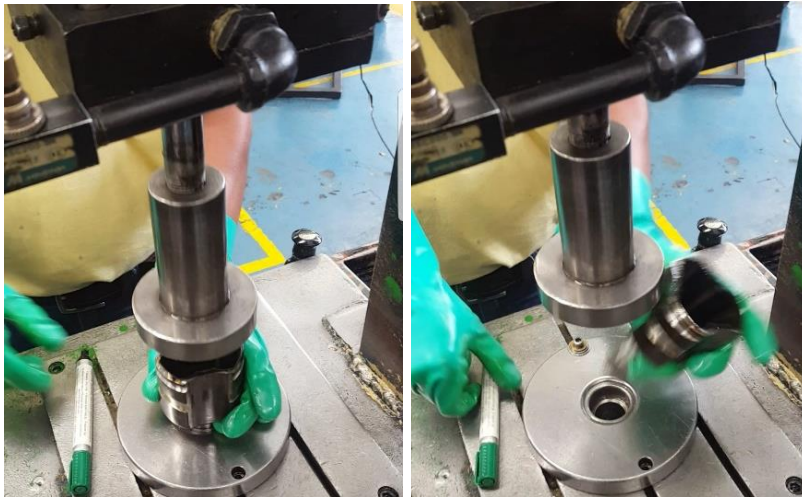


Tabla 8: Beneficio del dispositivo.

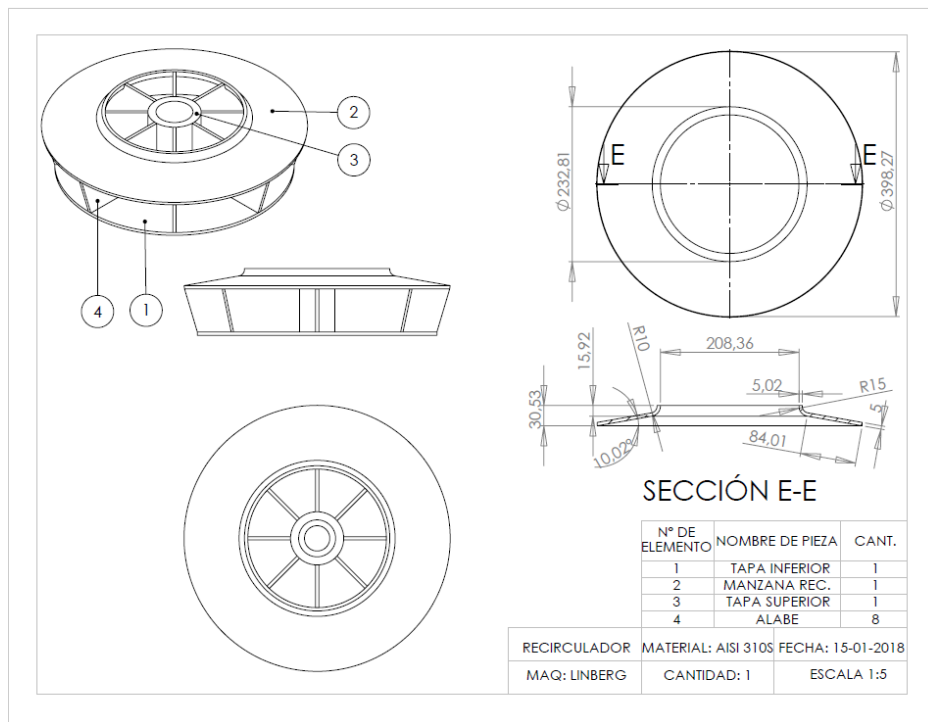
	1	2	3	4	5	Tiempo ganado por tulipa (s)
Tiempos sin mod. (s)	9,3	9,5	9,3	9,7	9,6	1,04
PROMEDIO	9,48					
Tiempos con mod. (s)	8	8,8	8,8	8,1	8,5	
PROMEDIO	8,44					
# De tulipas por turno	Tiempo ganado por turno (s)	# De ensamble de tulipa por turno ganado	costo aproximado del proceso por tulipa (COP)	Ganancia aproximada por día (COP)	Ganancia aproximada por mes (COP)	Ganancia aproximada por año (COP)
700	728	86,2559242	\$ 272	\$ 23.392	\$ 514.624	\$ 6.175.488

8.7. TRABAJOS EN CAD.

Durante los seis meses se hicieron algunos trabajos en SolidWork 2007, creando planos de piezas o elementos de una máquina, para cotización y fabricación de estos. Como el de una retorta del generador para gas RX, ventilador homogeneizador y sistema de ladrillos para base del Horno Lindberg, guías lineales de rodillos cruzados; además de los dispositivos para el proyecto en la prensa Marañoa, que ya fue mostrada.

Las creaciones de los repuestos críticos en algunas máquinas contribuyen a una mejora en la cotización con el proveedor, o la creación de dichos dispositivos en lugar de la compra con los proveedores originales, ahorrando costos en gastos del presupuesto para el área de mantenimiento y la empresa, como se muestra en la Figura 33. Los demás trabajos se encuentran en el Anexo D.

Figura 33: Planos del ventilador para el Horno Linberg.



9. APORTE AL CONOCIMIENTO:

Durante la practica en la empresa, se adquirieron destrezas para tomas de decisiones rapidas y eficientes, además de retroalimentar y aplicar los conocimientos en hidráulica, neumática, diseño asistido por computador y electrotecnia (por motivos de motores eléctricos), también en programación e identificación de mejoras y fuentes de problemas, por paros en algunas máquinas.

También aportó en la parte de manejo de empresa, ya que se conoció cómo es el movimiento y desarrollo de la industria y también la importancia de mantener su calidad a flote. Aparte de desenvolverse con el público gracias a las capacitaciones; se aprendió a cómo entregar una información adecuadamente para que el personal pueda hacer los procesos implementados de la mejor forma posible.

También se aprendió a manejar formatos y conocer procesos que pueden ayudar a un ingeniero a mejorar y llevar todas las cosas con un orden especifico, como fue la implementación del open issues en el plan de trabajo.

Se adquirieron habilidades cómo el manejo al público, toma de muestras, identificación de mejoras, respuestas rápidas, entre otros factores que ayudan a un ingeniero a trazar un mejor camino para conseguir un propósito o una meta.

EL practicante interactuó con el proceso de mantenimiento correctivo y preventivo, dos factores muy distintos pero contenidos en un mismo propósito; un mantenimiento productivo. Hablamos de distintos al hacer énfasis en que el correctivo es un mantenimiento necesario pero debería realizarse poco, ya que son las respuestas rápidas a los daños o sucesos negativos en las máquinas, y por el otro lado el mantenimiento preventivo es un mantenimiento que debe implementarse cada vez más y Dana lo está logrando, ya que es un mantenimiento

que ayuda a saber o prevenir los sucesos mucho antes que sucedan, aparte de que este mantenimiento puede dejar acciones correctivas, que al ejecutarse inmediatamente no solo prevenimos, sino extendemos la calidad o ciclo de vida de la máquina.

También el practicante estuvo más relacionado con algunas máquinas, es decir, aprendió mucho más de ellas y de sus procesos, al estar trabajando junto con personal experimentado en ellas. Esto en un futuro es un valor agregado al conocimiento para el ámbito de conservación y mejoras de la máquina, ya que el estudiante puede identificar que partes podrían estar involucradas en algún problema o fallo y que partes podrían ajustarse a una mejora, para que la máquina tenga una calidad más alta; tanto en seguridad, como en el proceso mismo.

10. CRONOGRAMA DE TAREAS, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS.

Tabla 9: Reporte y seguimiento del plan de trabajo actualizado por el estudiante en practica, segun formato de open issues.

PLAN DE TRABAJO---PRACTICA DE INGENIERIA MECANICA EN EL AREA DE MANTENIMINETO		Realizado 100%	No comenzado (0%)	En proceso (0%<plan<100%)			% Realiz ado	
	Actividades/Semanas	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
1	Familiarización con los procesos de la empresa	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	05-12-17/08-12-17						
2	Estudio y practica del plan de mantenimiento en la empresa		Fue elaborado en el mes estipulado					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		08-12-17/29-12-17					
3	Identificación de tareas proyecto L.O.T.O.	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/15-12-17						
4	Toma de datos y Digitación de tareas y recomendaciones por máquina	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/21-12-17						
5	Correcciones y Creación de fichas L.O.T.O.	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/29-12-17						
6	Exposición a encargados de mantenimiento, sobre el proyecto	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	22-12-17/29-12-17						
7	Entrega y presentación del proyecto L.O.TO	Fue elaborado en el mes estipulado						100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	29-12-17/29-12-17						
8	Correcciones y mejoras del proyecto Loto	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	En continua elaboración	En continua elaboración	100,00 %
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/29-12-17	2-01-18/31-01-18	01-02-18/28-02-18	01-03-18/27-03-18	18-12-17/27-03-18	18-12-17/27-03-18	

PLAN DE TRABAJO---PRACTICA DE INGENIERIA MECANICA EN EL AREA DE MANTENIMINETO		Realizado 100%	No comenzado (0%)	En proceso (0%<plan<100%)			% Realizado
Actividades/Semanas	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
8,1	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea Juntas Fijas, para actuar, implementar y mejorar.	Fue elaborado en el mes estipulado	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/29-12-17					
8,2	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea Trípodas, para actuar, implementar y mejorar.	Se han hecho correcciones este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		2-01-18/31-01-18				
8,3	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea Interjes, para actuar, implementar y mejorar.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			01-02-18/28-02-18			
8,4	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea Tulipas, para actuar, implementar y mejorar.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado	Se han hecho correcciones este mes también.	100,00%
	Fecha de inicio / fecha de entrega				01-03-18/27-03-18		
8,5	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea Homocinéticos, para actuar, implementar y mejorar.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	En continua elaboración	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega					18-12-17/27-03-18	
8,6	Identificar mejoras e impactos en las fichas LOTO de la línea de Taller, para actuar, implementar y mejorar.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	Se han hecho correcciones este mes también.	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega					18-12-17/27-03-18	
9	Identificación y estudio de las máquinas con las que se trabajará en la empresa, para los proyectos impuestos; con el propósito de saber que máquinas me afectan más que otras (cuellos de botella).	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	100,00%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/29-12-17	2-01-18/31-01-18	01-02-18/28-02-18	01-03-18/27-03-18		
10	Trabajo y disponibilidad, para el mantenimiento predictivo.	Fue elaborado en el mes estipulado		Fue elaborado en el mes estipulado			100,00%
	Fecha de inicio / fecha de entrega	08-12-17/29-12-17		01-02-18/28-02-18			
11	Trabajo de mantenimiento preventivo		Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		2-01-18/31-01-18	01-02-18/28-02-18	01-03-18/27-03-18		
12	Análisis y observaciones a mejoras del plan de T.P.M.		Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		2-01-18/31-01-18	01-02-18/28-02-18	01-03-18/27-03-18		
13	Diseño del nuevo plan de mantenimiento autónomo en la empresa		Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/23-12-17				

PLAN DE TRABAJO---PRACTICA DE INGENIERIA MECANICA EN EL AREA DE MANTENIMINETO		Realizado 100%	No comenzado (0%)	En proceso (0%<plan<100%)				% Realizado
Actividades/Semanas		DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	
14	Revisión de la línea de Tulipas para registrar fichas de mantenimiento autónomo a cada máquina		Fue elaborado antes de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18					
15	Puesta en marcha del mantenimiento autónomo en la línea de Tulipas		Fue elaborado antes de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18					
16	Capacitación a los operadores de las maquinas, sobre el proyecto en la línea de tulipas		Fue elaborado después de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		15-02-18/15-02-18					
17	Revisión de la línea de Trípodas para registrar fichas de mantenimiento autónomo a cada maquina		Fue elaborado antes de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18					
18	Puesta en marcha del mantenimiento autónomo en la línea de Trípodas		Fue elaborado antes de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18					
19	Capacitación a los operadores de las máquinas, sobre el proyecto en la línea de Trípodas		Fue elaborado después de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		12-02-18/12-02-18					
20	Revisión de la línea de Juntas Fijas para registrar fichas de mantenimiento autónomo a cada maquina		Fue elaborado antes de lo establecido					100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18					
21	Puesta en marcha del mantenimiento autónomo en la línea de Juntas Fijas		Fue elaborado antes de lo establecido	Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega		22-12-17/09-01-18	22-12-17/09-01-18				
22	Capacitación a los operadores de las maquinas, sobre el proyecto en la línea de Juntas Fijas			Fue elaborado en el mes estipulado				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			08-02-18/08-02-18				
23	Revisión de la línea de Interejes para registrar fichas de mantenimiento autónomo a cada maquina			Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			22-12-17/09-01-18				
24	Puesta en marcha del mantenimiento autónomo en la línea de Interejes			Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			22-12-17/09-01-18				

PLAN DE TRABAJO---PRACTICA DE INGENIERIA MECANICA EN EL AREA DE MANTENIMINETO		Realizado 100%	No comenzado (0%)	En proceso (0%<plan<100%)				% Realizado
Actividades/Semanas	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO		
25	Capacitación a los operadores de las maquinas, sobre el proyecto en la línea de Interjes			Fue elaborado en el mes estipulado				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			08-02-18/08-02-18				
26	Revisión de la línea de Ejes Homocinéticos para registrar fichas de mantenimiento autónomo a cada maquina			Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			22-12-17/09-01-18				
27	Puesta en marcha del mantenimiento autónomo en la línea de Ejes Homocinéticos			Fue elaborado antes de lo establecido				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			22-12-17/09-01-18				
28	Capacitación a los operadores de las maquinas, sobre el proyecto en la línea de Ejes Homocinéticos			Fue elaborado en el mes estipulado				100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			06-02-18/06-02-18				
29	Estudio y registro de resultados en la línea de Tulipas para un T.P.M		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado			100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			01-02-18/28-02-18	01-03-18/27-03-18			
30	Estudio y registro de resultados en la línea de Tripodes para un T.P.M		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado			100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega				01-03-18/27-03-18			
31	Estudio y registro de resultados en la línea de Juntas Fijas para un T.P.M		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado			100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega				01-03-18/27-03-18			
32	Estudio y registro de resultados en la línea de Interjes para un T.P.M		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado			100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega				01-03-18/27-03-18			
33	Estudio y registro de resultados en la línea de Ejes Homocinéticos para un T.P.M		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	Fue elaborado en el mes estipulado	En continua elaboración		100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega				01-03-18/27-03-18	02-01-18/27-03-18		
34	Verificación y corregir, modificaciones del mantenimiento autónomo, Preventivo, predictivo, 5's y L.O.T.O		Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	Se han hecho registro y estudio este mes también.	En continua elaboración	En continua elaboración	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega					02-01-18/27-03-18	01-01-18/27-03-18	
35	Avances			Fue elaborado en el mes estipulado	Fue elaborado en el mes estipulado		Fue elaborado en el mes estipulado	100%
	Fecha de inicio / fecha de entrega			14-02-18/14-02-18	27-03-18/27-03-18			

11. CONCLUSIONES

- Antes de intervenir una máquina se debe tener en cuenta varios factores que podrían mejorar el proceso y no generar problemas en el mismo, por ejemplo: identificación de partes delicadas, determinar líneas de energía peligrosas para el técnico, ajustes que podrían mejorar la máquina y eventos que provocan un mal funcionamiento de esta.
- Uno de los factores que abarca en gran parte un mantenimiento productivo, es la limpieza. La limpieza logra hacer un mantenimiento preventivo, ya que por suciedad en la maquina no se pueden identificar factores que influya en sus paros; ya que una maquina limpia evita infiltraciones en sistemas hidráulicos, que luego nos presentaran impurezas en análisis de aceites; y por último el correctivo, ya que, con solo limpiar la máquina, estamos haciendo un proceso correctivo a la misma, evitando daños que puede causar este agente, tanto a la máquina, como al proceso.
- Las hojas de vida presentes para cada máquina, nos ayudan a identificar problemáticas que han pasado con anterioridad y tener repuestos críticos, para que el trabajo de mantenimiento sea más eficiente.
- La comunicación con el operario es vital, a la hora de conocer más sobre el proceso y fallos que ha presentado con la máquina.
- Todo trabajo registrado nos ayuda en un futuro a tener un trabajo más seguro y confiable.

- La búsqueda de mejoras en el proceso de mantenimiento, no sólo consta de actualizar un proceso ni crear uno nuevo, también la implementación de este en todas las máquinas, nos indica una mejora en el proceso de mantenimiento y la calidad de cada una de estas.
- Todo proceso debe ser elaborado pensando en la seguridad del operario, del personal de mantenimiento y de la máquina en sí.
- Cada trabajo que de un valor agregado al proceso, es una mejora y una ayuda más a la calidad de la planta o empresa.
- Es importante resaltar que los proyectos, fueron hechos en base al método Deming P.H.V.A. (planear, hacer, verificar y actuar).

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]. DEL CARMEN CARNERO MOYA, M. *Mantenimiento predictivo en pequeña y mediana empresa*. 1 ed. Dyna - Ingeniería industrial (2013) 88(6), 618-619.

[2]. Colmenares, OG. y Villalobos, D. E. (2014). *Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo*. 1 ed Ingenium, 15(30), 23-27.

[3]. Campbell, John D., Reyes Picknell, James V. (2006). *Strategies for Excellence in Maintenance Management*. 1 ed.

[4]. *aplicación del método científico al análisis de sistemas*. Tecnicas Financieras [serial online]. (January 1968). 298 P-300 P. Fuente Académica Premier, Ipswich, MA.

[5]. Machado Ramírez, E. F., & Recio, N. O. (2008). *los niveles del método científico: una polémica actual y necesaria de la investigación educativa*. P106-P107. Pedagogía Universitaria.

[6]. Abreu, José Luis. & Badii, M. H. Abril 2012. *Los Orígenes de la Pregunta de Investigación y del Método Científico*. International Journal of Good Conscience. P156-P158.

[7]. Dresser Roots. *Scfm vs Acfm: Are you REALLY getting the blower performance you're specifying?*.
http://www.gsengr.com/uploaded_files/SCFM%20vs%20ACFM%20Conversion%20Guide.pdf

[8]. Groover, Mikell P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas*. Mexico. Prentice-hall hispanoamericana, S.A. Primera edición.

13. ANEXOS

13.1. ANEXO A: PASO A PASO DEL PLAN LIMPIEZA E INSPECCIÓN.

Se comenzó por tener listo los implementos requeridos para la práctica: lanillas, destornilladores, llaves, equipo LOTO, tapa bocas, equipo de protección, un tanque con agua y otro para depositar el refrigerante, hidro-lavadora, cortes de cartón para depositar piezas removidas, ficha loto y 5's, trapero, guardas de aluminio para cercar el área, canecas con agua y cámara para llevar evidencia.

Al principio se tuvo inconvenientes de personal, ya que sólo estaban presentes el operario, una persona de mantenimiento y el practicante de ingeniería mecánica (uno de los dos encargados del proyecto), a la hora estipulada. El personal de CaSinc estaba escaso por un trabajo que se presentó, y el otro estudiante de ingeniería mecánica (Andres Gonzalo Plata), también encargado del proyecto, no pudo estar a la hora estipulada por problemas de permisos para poder ingresar a la planta.

Se comenzó exactamente a las 2:20 pm, veinte minutos después de la hora estipulada el día 15 de febrero, se implementó el LOTO, e identificaron que partes se limpiaban con la Hidro-lavadora y cuales con lanilla y agua. Se observó que el tanque o sistema de bombeo del refrigerante es independiente al del sistema y tanque hidráulico, este último está encerrado completamente, sin posibilidad de que ingrese agua en él. Se desocupó el tanque de refrigerante, vertiéndolo en canecas desde las mangueras de la máquina hacia el tanque (que se consiguió para residuos líquidos). Se obtuvo el permiso por parte de directivos para deshacer el refrigerante que estaba contaminado por residuos de aceite lubricante de la máquina; el personal de mantenimiento dio información de que la fuga de

aceite lubricante se había controlado y estaba corregida, por lo que se procedió a autorizar el cambio de refrigerante después de la limpieza de toda la máquina. El tanque de refrigerante se volvió a introducir dentro de la máquina, esto para que el agua que se le ingrese dentro de la misma por la limpieza sea depositada o caiga en este tanque y así evitar charcos en la planta. Se aislaron partes eléctricas con plástico, los motores y bombas se limpiaron solo con lanillas remojadas en agua, la parte superior de la maquina con lanilla hasta donde se pudo y luego con un trapero, la parte frontal con hidro-lavadora y mangueras, finalmente los sistemas hidráulicos delicados con lanilla, revisando que no haya fugas o escapes de aceite.

Se limpió la parte superior y trasera de la máquina primero, con lanilla y trapero; se implementó una brocha para las partes difíciles y poco asequibles de limpiar, los motores y bombas se limpiaron con brocha y los acoples con lanilla, esto para evitar que caiga agua dentro del motor y poder limpiar lo más posible esas partes. La hidro-lavadora se implementó más que todo en la parte donde ocurre el proceso de mecanizado, la parte superior y la inferior de la máquina (por delante), también las líneas o canales donde cae el refrigerante y el ingreso al tanque. Por último, se secaba cada proceso con lanilla seca y se dejó implementado elloto, ya que el personal de CaSinc quedo encargado de la limpieza del tanque de refrigerante, que ahora estaba lleno del agua con los residuos que cayeron al limpiar la máquina, y también quedo encargado del llenado del tanque con suficiente refrigerante para proceso de la máquina, dando así fin al plan piloto en la Rotoflo 1 de Interejes a las 5:00 pm, durando la practica 3 horas en total, desde las 2:00 pm.

13.2. ANEXO B: IMAGENES DE EVIDENCIA, PLAN LIMPIEZA E INSPECCIÓN.

Figura 1 y 2. Aislamiento de partes eléctricas con plástico y aplicando LOTO.



Figura 3. Refrigerante contaminado, contenido en el tanque.

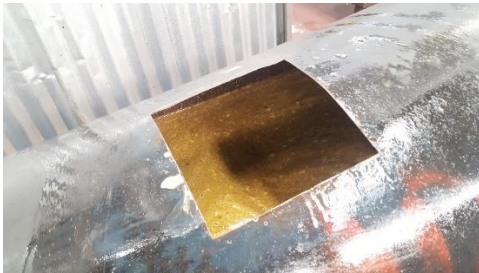


Figura 3, 4, 5 y 6. Limpieza con Hidro-lavadora.





Figura 7 y 8. Antes y después de la parte trasera.



Figura 9 y 10. Antes y después del motor.



Figura 11 y 12. Antes vs durante el proceso de Limpieza e inspección.



Elaboradores:

- Mantenimiento: Jesús Gamboa, Luis Murillo, Helmer Rincón, Jonathan Tarazona, Héctor Cetina (Técnico de Mantenimiento).
- Operario: Gilberto Tarazona Rincón (Intereses).
- Estudiante Externo: Andrés Gonzalo Plata.

Luego se hizo el mismo plan para la máquina Doosan de la misma línea de producción, a diferencia que esta tenía guardas.

Figura 13, 14, 15 y 16. implementación de seguridad y proceso LOTO.



Figura 17 y 18. Torreta de la máquina.

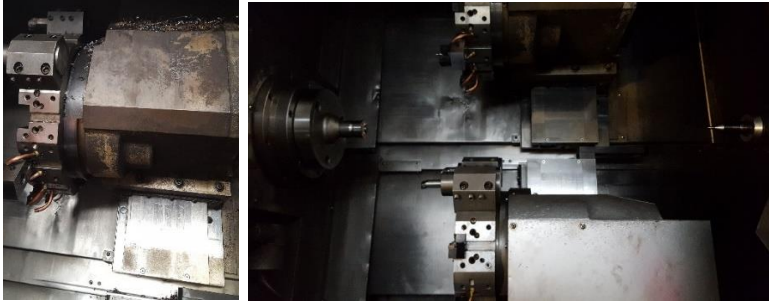


Figura 19 y 20. Antes y después de la unidad hidráulica.



Figura 21 y 22. Antes y después de la unidad hidráulica.



Figura 23 y 24. Antes y después unidad eléctrica.



Figura 25 y 26. Antes y después parte posterior de la máquina.



Figura 27 y 28. Antes y después de guardas.



13.3. ANEXO C: IMAGENES DEL PROCESO EN LA MARAÑONA.

Figura 29 y 30. Tulipa impulsada por el cilindro superior.



Figura 31 y 32. Retorno de cilindro a su punto muerto superior.

Figura 33 y 34. Tulipa saliendo del dispositivo fijo o molde.



13.4. ANEXO D: PLANOS DE REPUESTOS CREADOS EN SOLIDWORK.

13.4.1. Generador de gas RX

Figura 35. Plano generador hoja 1.

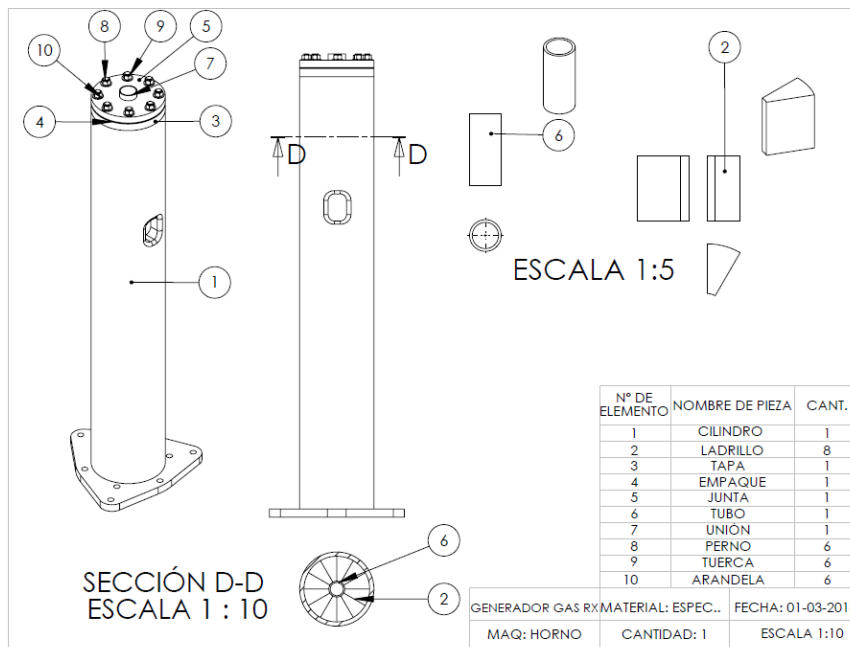


Figura 36. Plano generador hoja 2.

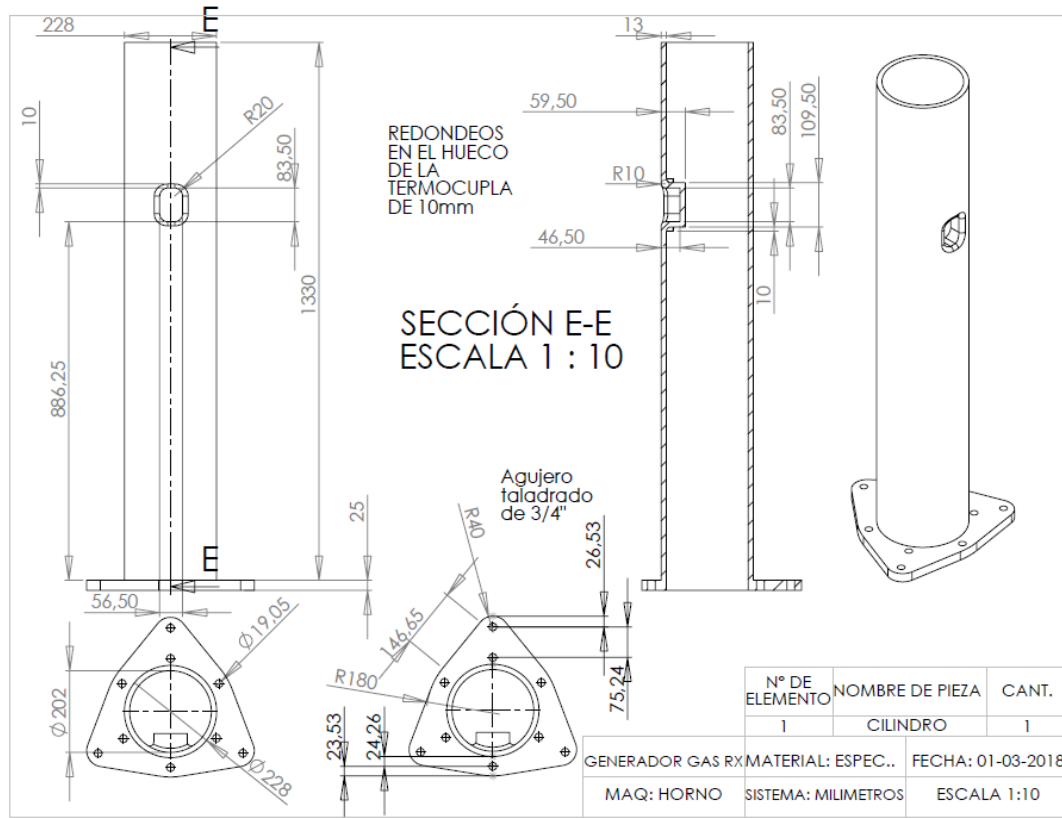


Figura 37. Plano generador hoja 3.

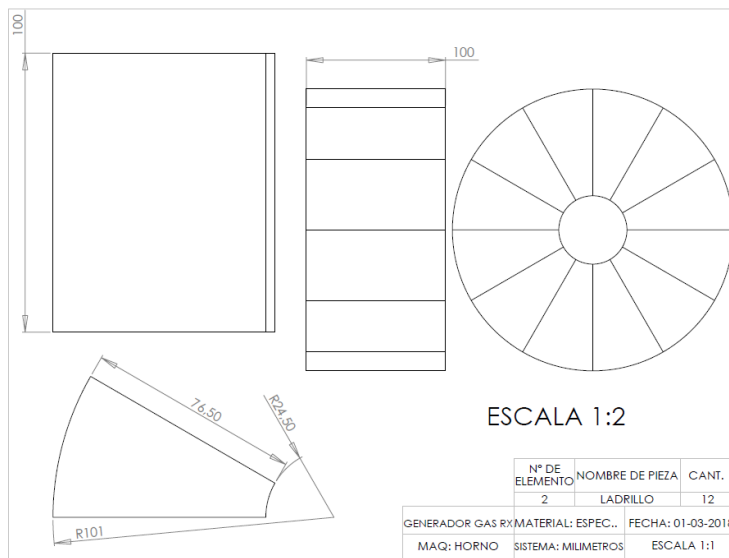


Figura 38. Plano generador hoja 4.

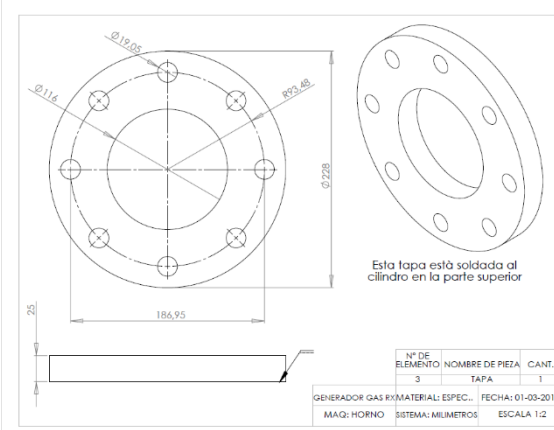


Figura 39. Plano generador hoja 5.

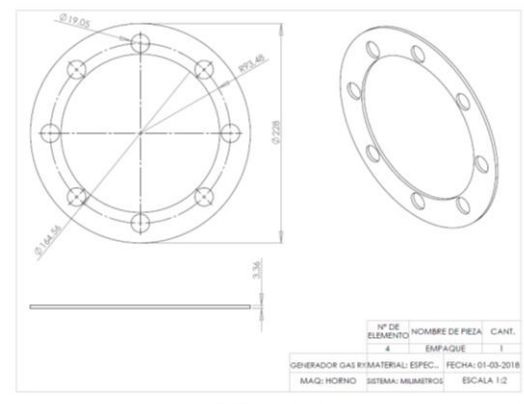


Figura 40. Plano generador hoja 6.

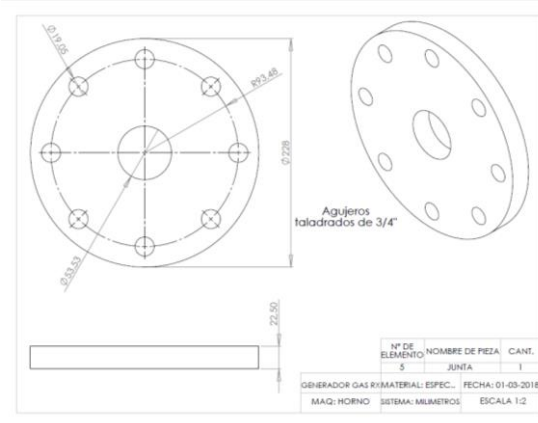


Figura 41. Plano generador hoja 7.

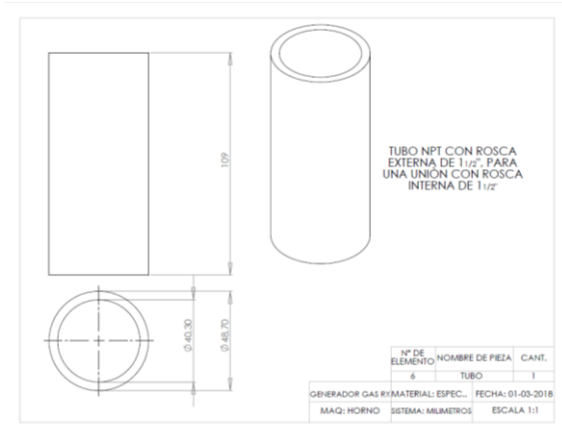


Figura 42. Plano generador hoja 8.

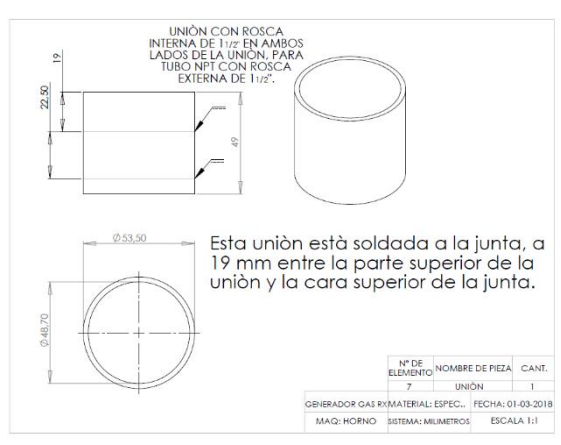
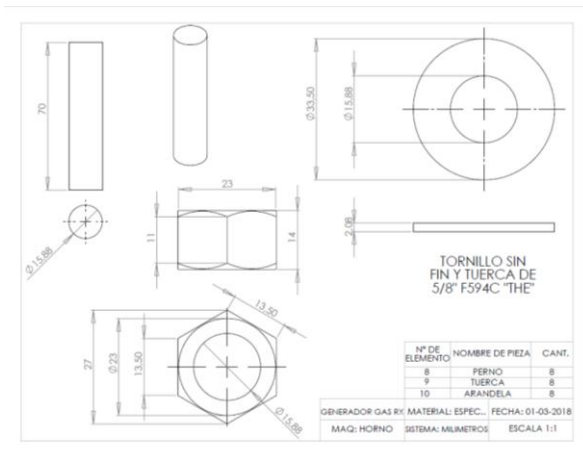


Figura 43. Plano generador hoja 9.



13.4.2. Guía de ladrillos.

Figura 44. Plano estructural del suelo en ladrillos, de la cámara del Horno para temple de trípodes.

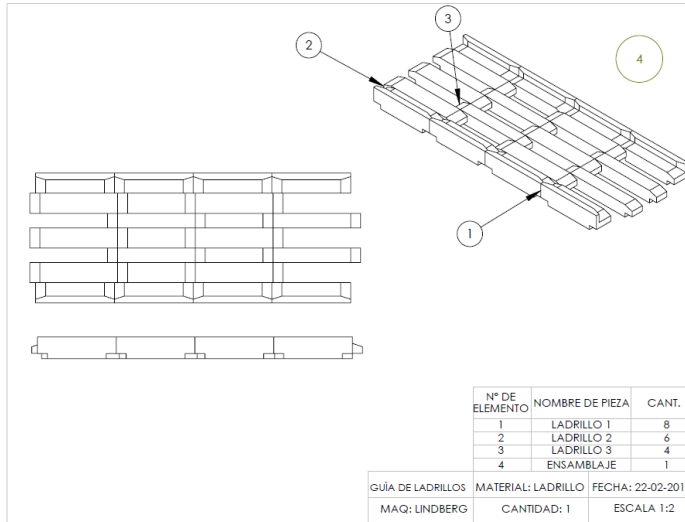


Figura 45. Ladrillo 1.

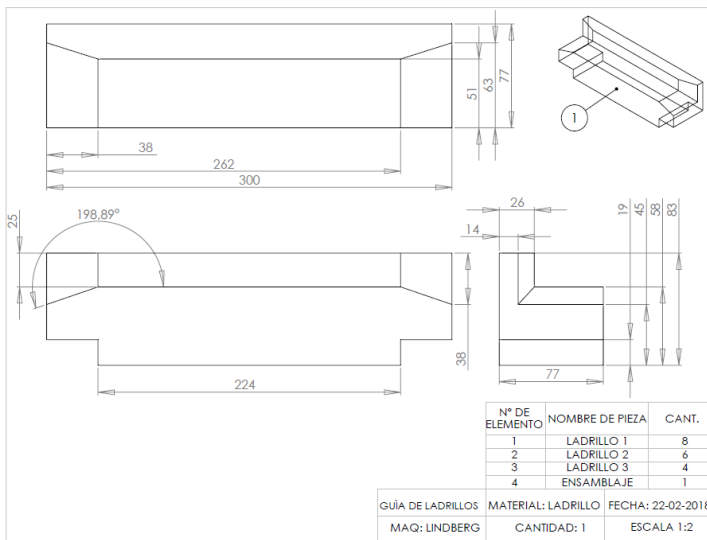


Figura 46. Ladrillo 2.

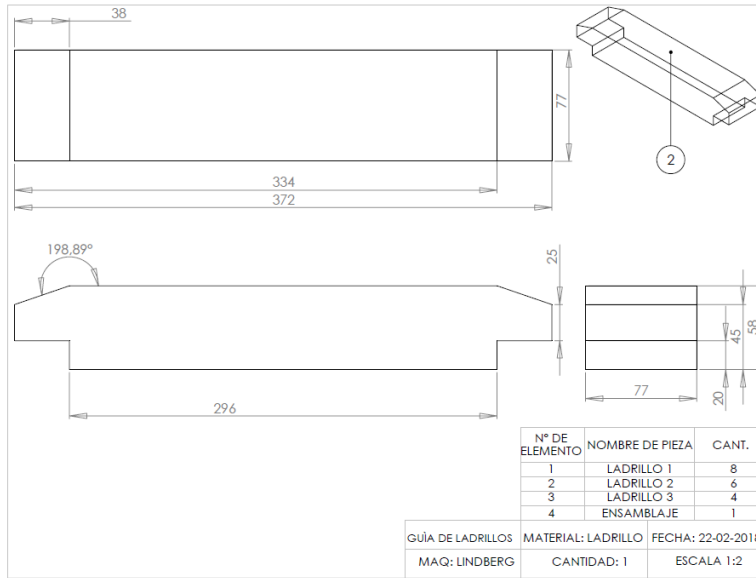
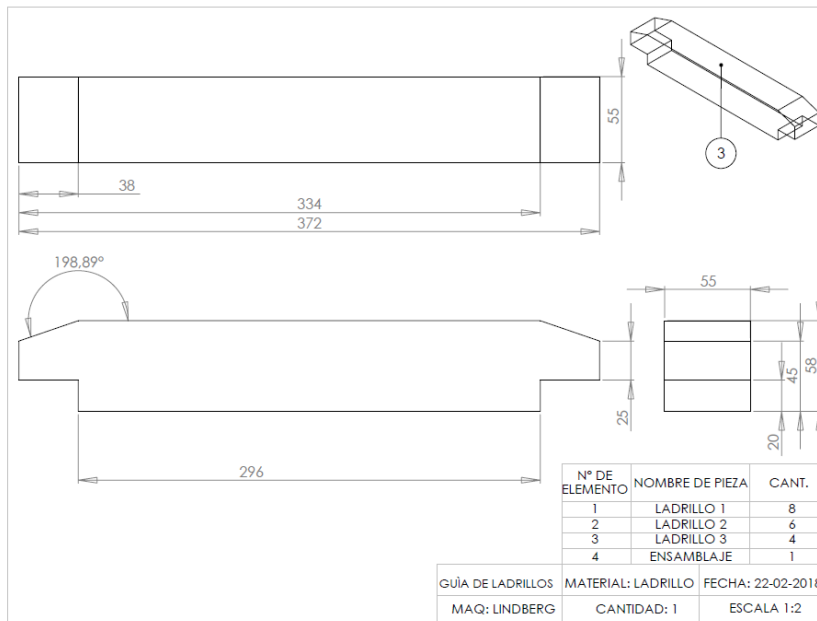


Figura 47. Ladrillo 3.



13.4.3. Guía de rodillo cruzado

Figura 48. Planos guía lineal con rodillos cruzados.

