

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**MANTENIMIENTO PREDICTIVO RODAMIENTOS RODILLO
A RÓTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO SECADO
DE CENTRO**

Trabajo de titulación para optar al título de
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumnos:
Herman Elías Alarcón Flores

Profesor Guía:
Sr. Marcelo Quiroz

2018

AGRADECIMIENTOS

El modelo de vida dice que los jóvenes salen de su enseñanza media y deben continuar sus estudios superiores definiéndose en una carrera universitaria, sin embargo, no todos tuvimos esa posibilidad por diferentes motivos, que principalmente tienen que ver con lo económico, pero hay un dicho que dice “más vale tarde, que nunca.”

Agradezco en primer lugar a Dios por ser guía de mi vida en todo momento, por abrir puertas donde yo jamás vi, tal es el caso de esta oportunidad que me dio a través de la Universidad Técnica Federico Santa María para realizar esta meta que comenzó desde mis abuelos Emaco Flores y Dina Gonzales junto con mi madre Marisel Flores, que por momentos pareció difícil, pero con el apoyo de excelentes Profesores profesionales en su trabajo para con nosotros pero a la vez personas que tuvieron la capacidad de comprender nuestra situación de trabajadores en muchos casos; Padres, madre, esposos y esposa. Agradecer siempre a mi madre que es mi mayor educadora dotándome de las primeras armas para enfrentar la vida, recordándome siempre que para lograr las metas no siempre se requiere de inteligencia, si no que de disciplina, porque tarde o temprano la disciplina supera a la inteligencia, y a la fecha puedo decir que tengo una nueva herramientas para defenderme en el futuro que se vuelve cada día más exigente. Me enorgullece que esta herramienta tenga la estampa de la Universidad Federico Santa María que le da una mejor calidad, sin olvidar que la calidad fundamental esta en cada persona.

Espero que se dé esta posibilidad a futuras generaciones, que al igual que nosotros, ellos también tengan la posibilidad de alcanzar metas tan importantes como un título técnico superior.

Herman Elías Alarcón Flores

RESUMEN

Louisiana Pacific S.A. es una empresa norteamericana que se instala en Chile con dos plantas ubicadas en Panguipulli y Lautaro, dedicada a la producción de materiales para la construcción, siendo su principal producto de fabricación los tableros de OSB y teniendo en cuenta la gran demanda que ha presentado el producto en el último tiempo, es de vital importancia para la planta ubicada en Lautaro poder aumentar la disponibilidad de los equipos ya que, en la actualidad presenta una pérdida de disponibilidad por fallas en algunas áreas del proceso siendo una de ellas el área de secado.

Para poder ordenar las prioridades del área de secado y mejorar las condiciones, se trabajó con metodologías que nos llevaron a darnos cuenta que una de las principales causas de tiempos muertos, era la falla de rodamientos del ventilador de tiro inducido de secado de la línea de centro, el cual desde el año 2011 ha presentado fallos inesperados. Por esta razón, este informe se basa en mejorar esta condición ya que nosotros como mantenedores trabajamos a diario con todo tipo de rodamientos, por eso la importancia de investigar sobre este tema y para cumplir con este objetivo. La metodología usada fue la de Lean Six Sigma, específicamente con el ciclo de mejora continua llamada DMAIC que es un acrónimo de los términos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Gracias a esta metodología podemos identificar causas, también podemos sacar datos de los equipo y analizar las variables para dar soluciones concretas que se puedan mantener en el tiempo y disminuir perdidas por fallas.

Siglas y Simbología

Siglas:

LP CORP	:	Louisiana Pacific Corporation
OSB	:	Orientad Strand Board
DMAIC	:	Acrónimo de los términos Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
FIFO	:	Acrónimo del término “primero en entrar, “primero en salir”
TM	:	Tiempo muerto (perdida de producción)
VTI	:	Ventilador de tiro inducido
PLC	:	Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller)
RPM	:	Revoluciones por minuto
RMS	:	root-mean-square (Es la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los valores de la onda)
SAE	:	Society of Automotive Engineers
ISO	:	International Organization for Standardization
APA	:	American Psychological Association
ATS	:	Análisis de trabajo seguro
HH	:	Hora hombre
C3	:	Juego radial interno de los rodamientos mayor al juego normal

Simbología

M	:	Metros
Mm	:	Milímetros
m ³	:	Metros Cúbicos
°C	:	Grados Celsius
%	:	Porcentaje
“	:	Pulgadas
Lb/ft	:	Libras pies
\$:	Pesos Chilenos
Mm/s	:	Milímetro por segundo

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.1. Problema de estudio	2
1.1.2. Definición de tiempo muerto	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
MARCO TEÓRICO	5
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	6
2.1.1. Descripción general	6
2.1.2. Objetivos de la organización.....	6
2.1.3. Breve Reseña	6
2.1.4. Descripción de los productos	7
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	9
2.2.1. Recepción de la materia prima	9
2.2.2. Descortezador.....	10
2.2.3. Lavador de trozos	10
2.2.4. Viruteador.....	10
2.2.5. Almacenamiento silos verdes.....	10
2.2.6. Secado	11
2.2.7. Almacenamiento de silos secos.....	11
2.2.8. Encolado.....	12
2.2.9. Formadora	12
2.2.10. Prensado	12
2.2.11. Escuadradora	13
2.2.12. Sellado de cantos y estandarización térmica	13
2.2.13. Humectación.....	13
2.2.14. Embalaje, almacenamiento y despacho.....	14
CAPITULO 1: DMAIC - DEFINIR.....	18
2.3. MARCO TEÓRICO.....	16
2.3.1. Dmaic	17
CAPITULO 2: DMAIC - MEDIR.....	19

3.1.	METODOLOGÍA	20
3.2.	DEFINIR	20
3.3.	MEDIR.....	20
3.4.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE TEMPOS MUERTOS.....	20
3.4.1.	Estandarización de las fallas:.....	21
3.4.2.	Análisis de las fallas por diagrama de Pareto:	21
3.4.3.	Se analizará posibles causas con un diagrama causa efecto por equipo: ...	21
3.5.	ANALIZAR	22
CAPÍTULO 3: DMAIC - ANALIZAR.....		23
4.1.	RESULTADOS.....	24
4.1.1.	Estandarización de causas de Tiempos Muertos	24
4.1.2.	Fallas más comunes en línea de secado	24
4.2.	DIAGRAMA DE PARETO.....	24
4.2.1.	Diagrama de Pareto con las principales fallas de la línea de secado	25
4.2.2.	Gráfico de Pareto	25
4.3.	ANÁLISIS DE CAUSA Y EFECTO	26
4.4.	DATOS DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO.....	27
4.5.	DESARROLLO DE DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO	28
4.5.1.	Personas	28
4.5.2.	Herramientas	29
4.5.3.	Materiales.....	29
4.5.4.	Equipos.....	30
4.5.5.	Sobrecargas	30
4.5.6.	Lubricación	31
4.5.7.	Contaminación	31
CAPITULO 4: DMAIC - MEJORAR.....		40
4.6.	PROPUESTA DE MEJORA PARA VENTILADOR.....	34
4.6.1.	Lo referente a las personas podemos decir	34
4.6.2.	Con respecto a las herramientas lo siguiente	34
CAPITULO 5: DMAIC - CONTROLAR.....		50
4.6.3.	Con respecto a los materiales se sugiere lo siguiente	44
4.6.4.	En lo que se refiere a los equipos podemos proponer lo siguiente	45
4.6.5.	Lo que se indica para manejar la sobrecarga	49
4.6.6.	Sobre la lubricación podemos decir	49
4.6.7.	Contaminación	49
4.7.	OTROS DATOS APORTADOS	50
4.7.1.	Planos.....	50

4.7.3. Riesgos asociados	50
4.7.5. Datos de la última falla de ventilador de tiro inducido	51
4.8. TABLA DE VALORES Y PERDIDAS POR FALLA DE VTI LINEA DE SECADO DE CENTRO	56
CONCLUSIÓN.....	57
5.1. CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	60
ANEXO A.....	61
ANEXO B.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4- 1: Ventilador de tiro inducido de secado de centro	27
Figura 4- 2: Diagrama de causa efecto de la falla de rodamientos de ventilador de tiro inducido.....	28
Figura 4- 3: Tecla palanca.....	35
Figura 4- 4: Eslinga.....	36
Figura 4- 5: llaves punta corona.....	36
Figura 4- 6: Juegos de dados de impacto	37
Figura 4- 7: Martillo si rebote	37
Figura 4- 8: Llave de impacto	38
Figura 4- 9: Llave torque toma de 3/4"	38
Figura 4- 10: Feeler SKF	39
Figura 4- 11: Reloj comparador de esfera.....	39
Figura 4- 12: Alineador laser SKF	40
Figura 4- 13: Tensor de correas	40
Figura 4- 14: Herramientas de medición.....	41
Figura 4- 15: Paños de aseo	41
Figura 4- 16: Forma incorrecta de montaje de rodamientos	42
Figura 4- 17: Forma correcta de ajustar rodamiento.....	42
Figura 4- 18: Cámara termo gráfica SKF.....	46
Figura 4- 19: Toma termo gráfica de soportes de VTI centro, lado rodete.....	47
Figura 4- 20: Toma termo gráfica de soporte VTI centro, lado polea	47
Figura 4- 21: Fotografía muestra corrosión en VTI centro	48

Figura 4- 22: Muestra ejemplo de medición de ejes	48
Figura 4- 23: tapas de soporte de rodamientos de VTI, se puede ver estado de grasa.....	52
Figura 4- 24: marca de pista de rodado en aro exterior de rodamiento.....	52
Figura 4- 25: Marcas de sobrecarga en aro interior de rodamiento	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4- 1: Tabla de datos con causas de las fallas de los rodamientos del ventilador....	25
Tabla 4- 2: Ficha técnica de equipo ventilador de tiro inducido.....	45
Tabla 4- 3: tabla para ajuste de juego radial interno	53
Tabla 4- 4: tabla para ajuste de juego radial interno	54
Tabla 4- 5: tabla para ajuste de juego radial interno	54
Tabla 4- 6: valores de rodamientos del VTI línea de secado de centro	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- 1: Disponibilidad de la Planta de los años 2011 al 2015	3
Gráfico 4- 1: Diagrama de Pareto de las fallas en la línea de secado, tomado desde el año 2011 al 2016.....	26

INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Problema de estudio

La empresa Louisiana Pacific Chile, es una empresa que se dedica a la producción de tableros OSB (Tablero de Viruta Orientada) para la construcción. Esta empresa produce 135 mil m³ de producto terminado al año, para el mercado local principalmente, abasteciendo a las principales empresa de ventas de materiales de construcción del país. Teniendo en cuenta la gran demanda que ha presentado el OSB en Chile, se necesita bajar los índices de tiempos muertos que detienen la línea de producción y generan pérdidas a la compañía.

Dentro de las áreas donde ocurren más fallas, encontramos el área de secado, donde la causa que más tiempo genera es la falla de rodamientos de los ventiladores de tiro inducido de la línea de secado de centro, generando una gran cantidad de tiempos muertos y detención del proceso provocando pérdidas considerables a la compañía.

En la mantención de este equipo se detectó gran cantidad de cosas anormales como por ejemplo mala manipulación de los rodamientos, falta de procedimientos de trabajos, desconocimiento del proceso de ajuste de rodamientos y poca información del estado de componentes y repuestos. Por lo cual este trabajo se concentra en mejorar estos hallazgos y principalmente el montaje de rodamiento de rodillo a rotula del ventilador de tiro inducido de la línea de secado.

Para cumplir con este objetivo, se trabajó bajo la metodología de Lean Six Sigma, específicamente con el método DMAIC de ciclo de mejora continua, tomando cada una de las etapas de este método, las cuales son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En la etapa de definir, se ve el proceso y las variables con las cuales este trabaja. Para poder realizar las medidas se trabajó con el diagrama de Pareto y la gráfica causa efecto para luego poder revisar los datos en terreno y en conjunto a los operarios.

En la última etapa del trabajo realizado se presentaron las propuestas de mejora y los controles que fueron elaboradas en conjunto con el personal de mantención, dentro de las cuales se incluyen la mejora de herramientas de trabajo, la incorporación de técnicas de mantenimiento predictivo y preventivos y la confección de un procedimiento de trabajo para mejorar el montaje y realizar un trabajo seguro para los trabajadores.

Tabla de disponibilidad de los últimos años (Grafico 1-1)



Gráfico 1- 1: Disponibilidad de la Planta de los años 2011 al 2015

Fuente: Elaboración propia, realizada con datos de tiempos muertos de la empresa.

1.1.2. Definición de tiempo muerto

La empresa define como tiempo muerto aquel tiempo en el cual no se están produciendo tableros, este tiempo es acusado por la prensa que es el equipo crítico de toda la línea de producción, si la prensa deja de funcionar por cualquier razón, ya sea mecánica, eléctrica, por falta de producto o por cualquier otro problema, se registrará como tiempo muerto.

La planilla de tiempos muertos es el medio que se utiliza para registrarlos, lo cual es realizado por el operario de la sala de control, luego revisado por el jefe de turno y, posteriormente, ingresados por el digitador (ver figura 1-1).



Figura 1- 1: Diagrama de flujo del registro de información de planilla de TM

Fuente: Elaboración Propia, basado en la estructura de la empresa

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general del trabajo se basa en mejorar la disponibilidad de operación de la línea de secado de la planta Louisiana Pacific Lautaro, donde una de las prioridades será la de optimizar la vida útil de los rodamientos de rodillo a rotula del ventilador de tiro inducido de la línea de secado de centro, mejorando las mantenciones preventivas del equipo, para evitar fallos no programados que producen tiempos muertos excesivos y pérdida de producción, aumento de horas hombre y gastos adicionales a la compañía.

1.2.2. Objetivos específicos

- Disminuir los tiempos muertos causado por la falla de rodamientos en los ventiladores de tiro inducido de la línea de secado.
- Generar procedimiento de cambio de rodamientos para ventilador de tiro inducido línea secado de centro.
- Analizar diferentes técnicas preventivas y predictivas para el mantenimiento de rodamientos.
- Proponer mejoras para el funcionamiento de los equipos.

MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.1. Descripción general

Tipo de empresa: Privada.

Legalidad: Sociedad Anónima.

Actividad: Líder mundial en la fabricación de productos para la construcción, dentro de la cual se destaca como proveedor especializado en introducir tecnología, eficiencia y calidad en la construcción de viviendas.

2.1.2. Objetivos de la organización

Visión

“LP desea ser un fabricante de productos de la construcción respetado, rentable y en constante crecimiento. Además, pretender ser el proveedor de preferencia por ofrecer productos de calidad y servicios confiables. Finalmente, desea ser el empleador de preferencia por brindar un lugar de trabajo seguro, ético, divertido, lleno de desafíos y gratificante”.

Promesa

“LP crea relaciones duraderas, valiosas y únicas con nuestros clientes, quienes confían en nosotros por nuestro servicio y nuestra calidad constantes. Sobre la base de nuestra comprensión de las necesidades de los constructores, diseñamos materiales que tienen un mejor rendimiento y duran más tiempo para que los constructores puedan construir viviendas extraordinarias”.

2.1.3. Breve Reseña

En septiembre de 1998, Bomasil S.A. empresa dedicada a la elaboración de tableros de madera, sufrió un devastador incendio comprometiendo el 90% de sus instalaciones ubicadas en Panguipulli, lo cual se tradujo en incontables pérdidas y el despido de cerca de 400 trabajadores.

En el año de 1999, Louisiana Pacific Chile S.A. establece un Joint venture con la devastada empresa de Bomasil. El proyecto consistió en modernizar y poner en marcha una línea de producción de tableros OSB (Tableros de Hojuelas Orientada), como

resultado de esto, los mismos trabajadores de la empresa Bomasil, fueron los integrantes de esta nueva empresa, posteriormente, la parte de Bomasil fue comprada por LP CORP.



Figura 2- 1: Logo de la empresa

Fuente: Master de procedimientos LP Lautaro

2.1.4. Descripción de los productos

La planta de Lautaro produce tableros de OSB, el cual es un tablero formado por hojuelas de viruta orientada perpendicularmente entre ellas y adheridas con adhesivo fenólico prensados a altas temperaturas y presión. Este tipo de material ha sido uno de los principales materiales para la construcción en países desarrollados. En la planta se producen 4 formatos de tableros, con espesores de 9.5, 11.1, 15.1 y 18.3 mm, todos con un ancho de 1.22m y 2.44 m de alto, todo bajo las norma de calidad APA.



Figura 2- 2: muestra de tableros de OSB

Fuente: página web www.lpchile.cl

La sigla OSB es la abreviación del término, Orientad Strand Board, Tablero de virutas orientadas, este tipo de tableros tiene un excelente comportamiento físico-mecánico y ocupa el mismo principio de fabricación del tablero de contrachapado pero el OSB tiene varias ventajas, como por ejemplo el costo de fabricación que es mucho más rentable ya que la materia prima que se necesita para la elaboración no necesariamente tiene que ser madera de primer calidad ya que el proceso no discrimina diámetros de los trozos ni forma, todo entra al proceso y es convertido en hojuela de madera.

El OSB puede reducir los tiempos de construcción ya que es muy fácil de trabajar y tiene muchas aplicaciones que hacen de este producto una herramienta cada vez más utilizada por la construcción.



Figura 2- 3: muestra orientación de hojuela

Fuente: Elaboración Propia, fotografía tomada en el proceso.

Para poder entender el proceso productivo de la empresa ver Figura 2-4 en donde se muestra el diagrama de flujo del proceso.

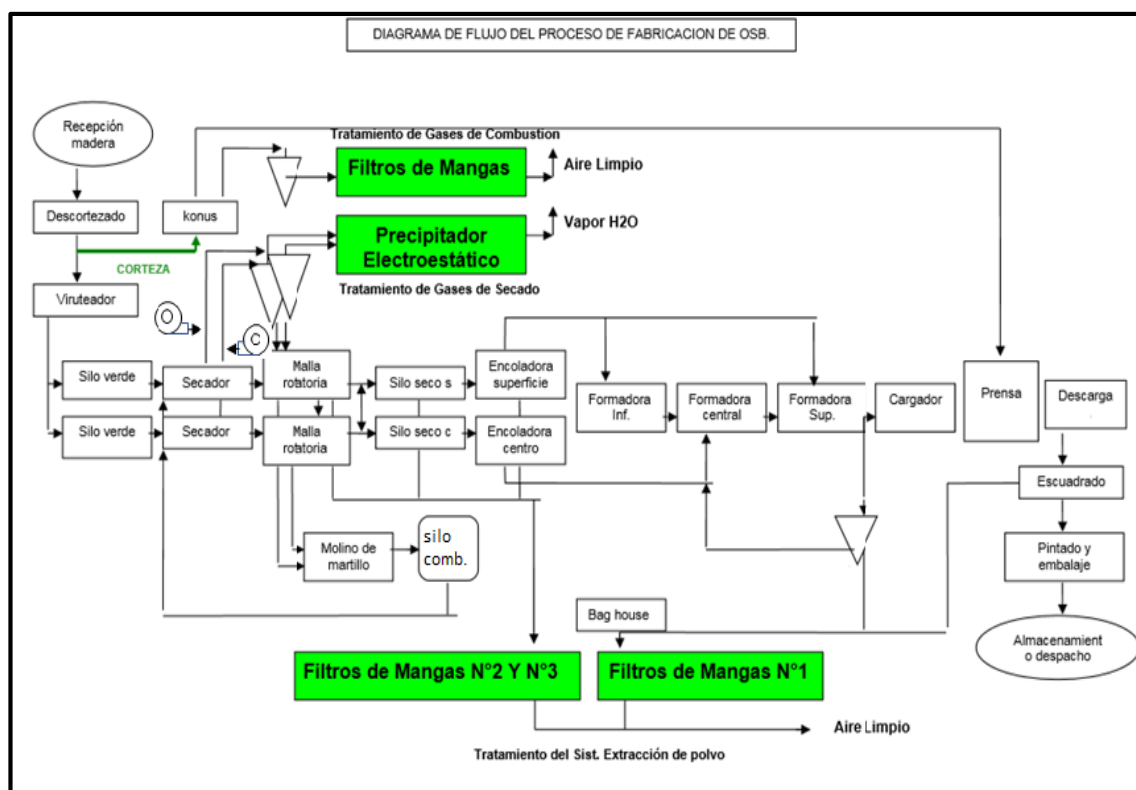


Figura 2- 4: Diagrama de flujo del Proceso.

Fuente: Elaboración Propia

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.2.1. Recepción de la materia prima

La recepción de la madera marca el inicio del proceso productivo, lo cual consiste en la inspección de la madera, midiendo variables tales como el largo, diámetro y contenido de pudrición, rechazando aquella madera que no cumpla con estas condiciones. La madera que logra cumplir con los estándares se almacena en la cancha de acopio esperando su eventual uso en el proceso, la manera en cómo se elige la madera que será parte del proceso, se realiza por medio de la regla FIFO, es decir, lo primero que entra es lo primero en salir.

Para poder almacenar la madera, se utilizan unos carros móviles, estos mismos son los encargados de llevar la madera cuando sea requerida por el proceso.

2.2.2. Descortezador

Para poder incorporar la madera al proceso, se utiliza una grúa hidráulica articulada marca Barko 350 SE, la cual levanta los trozos de los carros móviles con una garra tronquera metálica hasta la mesa plana de alimentación, la cual se encarga de alimentar el descortezador modelo A8 Nicholson. La corteza que se desprende se separa del proceso y es utilizada como combustible para calentar el aceite térmico usado en la prensa caliente.

Eliminar la corteza es de suma importancia, ya que, si se incorpora en el proceso, se disminuiría la calidad de los tableros por una pérdida en sus características físico mecánica

2.2.3. Lavador de trozos

El lavador de trozos es un túnel de 1,5 m de largo aproximadamente, instalado a continuación del descortezador y cuya función es poder extraer tierra y piedras que la madera pueda contener, lo cual se realiza lanzando agua a alta presión por intermedio de 12 Boquillas instaladas en distintas posiciones y una bomba centrífuga que se encuentra instalada a un costado del transporte.

2.2.4. Viruteador

Una vez la madera descortezada y lavada ingresa al viruteador conocido en nuestra planta como Waferizer, la madera ingresa por intermedio de empujadores hidráulicos a la cámara de viruteo. En esta parte es formada la hojuela de viruta, por intermedio de un disco en el cual van montados una serie de cuchillos interiores y exteriores los cuales tienen que sacar hojuelas de entre 0,5 a 0,8 mm de espesor, 76 a 100 mm de largo y 13 a 25 mm de ancho, que luego se envía a los silos verdes en donde se almacena para ser trasladada a los secadores, los cuales disminuirán su humedad.

2.2.5. Almacenamiento silos verdes

Las virutas que fueron producidas por el Waferizer, son enviadas por una cinta transportadora a los silos verdes de centro y de superficie respectivamente, estos

nombres lo reciben por la ubicación que tomarán las hojuelas en la formación del tablero, los de centro contienen las que irán en el centro del tablero y los de superficie contienen las que irán en la superficie del tablero. Desde este punto en adelante, los equipos serán distinguidos como de centro o superficie.

Los silos tienen una capacidad de $200 m^3$ y su forma de operar es FIFO, es decir, lo primero que entra es lo primero en salir.

2.2.6. Secado

Las virutas que se encontraban almacenadas en los silos verdes, son trasladadas hasta los tambores rotatorios de secado por intermedio de cinta y válvulas estrellas que dosifican la caída de hojuela al interior de los tambores. Los cuales son calefaccionados a través de los quemadores instalados en la entrada de los tambores, el cual realiza combustión aire polvo y un chispero de gas, este calor es producido al quemar principalmente material fino que es separado del proceso y depositado en un filtro de mangas, en caso de que el material fino falte, se recurre a secar con gas licuado.

El calor en los secadores es ajustado regularmente para mantener un porcentaje adecuado de humedad en las hojuelas. La temperatura de operación de los tambores de secado está entre 550 A 580 °C en la entrada y 115 a 120 °C en la salida.

La hojuela sale de los secadores de tambores rotativos por succión, la cual se genera por dos ventiladores de tiro inducido, uno para la línea de centro y otro para la línea superficie estos ventiladores son de tipo axial centrífugos de rodete cerrado y son de suma importancia ya que si tenemos detenciones de estos VTI no podemos secar hojuelas. Además son los encargados de realizar el transporte de la hojuela hacia los ciclones por tuberías de 1200 mm de diámetro, que derivan la hojuela a los harneros que separa el polvo fino de la hojuela que tiene que ir al proceso.

2.2.7. Almacenamiento de silos secos

La hojuela que sale de los harneros es trasladada por citas transportadoras hasta los silos secos que son depósitos de material seco, estos equipos son similares a los silos verdes en su diseño y forma de alimentación y descarga, separando la hojuela en un silo para la hojuela de centro y otro para la línea de superficie, en esta etapa la hojuela que está en estos equipos esta lista para ingresar al proceso de encolado.

2.2.8. Encolado

El encolado es el proceso en donde se le adhiere a la hojuela cera y resina, este proceso se realiza en una mezcladora, la cual, en palabras sencillas, es un tambor rotatorio que posee en su interior un eje longitudinal, en donde se ubican pulverizadores de resina y cera para impregnar la hojuela. A este equipo se le conoce con el nombre de encoladora. Hay dos encoladoras: de centro y de superficie, respectivamente.

Los equipos encargados de pulverizar la resina se conocen como atomizador o spinner, estos tienen la función de pulverizar la resina al girar a altas RPM para lograr una mejor adhesión y un ahorro en el uso de la resina. Para cumplir su objetivo, los equipos alcanzan velocidades de 9000 rpm y 12000 rpm dependiendo de su función y de la ubicación de estos.

La resina actúa como adhesivo entre las hojuelas, mientras que la cera se encarga de proteger al tablero, disminuyendo su capacidad de absorción de agua.

2.2.9. Formadora

Una vez que las hojuelas pasaron por las encoladoras, son llevadas al proceso de formado, el cual está compuesto por cuatro máquinas llamadas formadoras, las que se encargan de distribuir y darle orientación a la hojuela. Las máquinas se encuentran ubicadas en fila, siendo la primera de superficie, las dos siguientes de centro y la última de superficie. Estos equipos realizan las descargas sobre una manta metálica que circula a través de la línea de formación, trasladando la hojuela desde las formadoras a la prensa en un circuito cerrado, es decir una vez que realiza el traslado de hojuela hasta la prensa retorna por la parte inferior a buscar nuevamente material de las formadoras.

El resultado de la formadora es un colchón compuesto de cuatro capas de viruta, dos de superficie y dos de centro, estas capas están orientadas en forma perpendicular entre ellas.

2.2.10. Prensado

Una vez que el proceso de formado se llevó a cabo, las mantas formadas en éste, son separadas y luego introducidas en la prensa caliente por medio de un sistema de carguío automático. La prensa tiene una unidad hidráulica con capacidad de 17 mil litros de aceite y posee 5 motores eléctricos y 10 bombas de paleta dobles, 5 de giro derecho y 5 de giro izquierdo, también tiene 6 cilindros hidráulicos de 600mm de diámetro que son

los que generan la carrera de cierre y apertura de la prensa ejerciendo presión entre 8 platos, la presión es controlada por válvulas proporcionales y reguladoras de presión que por intermedio de señales de PLC, genera un ciclo de prensado tomando en cuenta la receta que el operador cargue dependiendo del el formato que se requiera fabricar.

El prensado es realizado a una temperatura de 235 °C y a una presión de 150 bar y el tiempo de prensado varía entre los 180 y los 262 segundos, dependiendo del espesor del tablero. La temperatura de la prensa se genera con aceite térmico que ingresa a los platos por cañerías, esto permite un mejor comportamiento de la temperatura.

Del proceso de prensado se obtienen ocho tableros de 5,0 m por 2,5 m, los cuales son descargados automáticamente y trasladados a proceso de corte, en donde se les darán las medidas comerciales.

2.2.11. Escuadradora

El resultado final del prensado son 8 tableros de 5,0 m por 2,5 m, los cuales son transportados por una cinta hasta la escuadradora, en donde son cortados, obteniendo por cada uno cuatro tableros de 2,44 m por 1,22 m.

2.2.12. Sellado de cantos y estandarización térmica

Una vez que los tableros salen de la escuadradora, son llevados a la sala de pintado en donde se sellan sus cantos para luego dejarlos reposando de 3 a 5 días dependiendo del producto, esto se hace para disminuir su temperatura, la cual es de 120 °C al salir de la prensa y debe alcanzar una igual o inferior a 85 °C.

2.2.13. Humectación

Una vez que los tableros alcanzan un temperatura igual o menor que 85 °C, son llevados a la humectadora en donde son rociados con agua y un agente tenso activo, el cual ayuda a que el agua se adhiera de mejor manera al tablero, esto es realizado para darle una mayor humedad a los tableros. Luego se dejan reposar por 24 horas.

2.2.14. Embalaje, almacenamiento y despacho

Pasadas las 24 horas de reposo, después de la humectación, son llevados al área de terminación en donde son repintados de ser necesario y se les coloca el logo correspondiente se almacenan para su posterior despacho.

CAPITULO 1: DMAIC - DEFINIR

2.3. MARCO TEÓRICO

El marco teórico lo desarrollamos con la metodología Lean Six Sigma que es un método que se utiliza en nuestra empresa pero en los departamentos de producción y calidad principalmente y en este caso nos sirvió para poder dar solución a nuestra propuesta de mejora.

Esta metodología la utilizan mucho para poder mejorar los procesos con los que las empresas enfrentan sus problemas, ofreciendo la manera más eficaz de mejorar la calidad, optimizar equipos, reducir costos, entre otras mejoras.

Lean y Six Sigma, son la unión de dos disciplinas súper poderosas los cuales explicamos levemente a continuación.

- Lean, se refiere a la técnica o mecanismo para disminuir los tiempos y recursos. El Lean también se conoce como manufactura esbelta que se centra en la forma en como la empresa organiza y gestiona la relación con sus clientes, en este caso la utilizamos como una herramienta de gestión que nos ayudó a ver de otra perspectiva la mejora que buscamos, ésta nos permite separar y tomar solo las ideas que se necesitan para tener un resultado deseado, minimizando los gastos innecesarios.
- Six Sigma, esta es la metodología más acorde para calidad y mejora continua, ya que toma partes de estas teorías y las organiza en una regla, creando una nueva visión mejorada y con mayores resultados, se enfoca en establecer mejores criterios de satisfacción, nos permite usar herramientas de estadísticas, nos entrega resultados que son medibles y genera un cambio cultural orientado en excelencia operacional.

Lean Six Sigma posee diferentes metodologías, pero la que nosotros usaremos en el informe es el llamado DMAIC, esta es una de las metodologías más usadas, ya que en las empresas los problemas más frecuentes son procesos que necesitan ser mejorados, debido a que no están cumpliendo con las expectativas que se demandan.

Esta herramienta se enfoca en los mejores resultados, pero minimizando la posibilidad de errores. Una de las metodologías más importantes es la recolección de información y un objetivo específico como, por ejemplo, aumentar la disponibilidad de la empresa.

El antes y el después de Lean Six Sigma

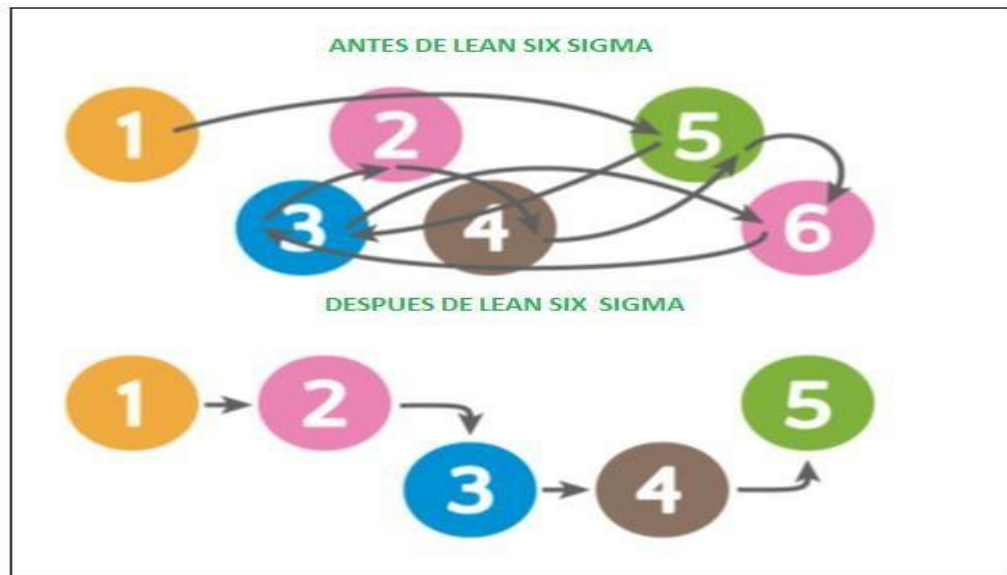


Figura 2- 5: Proceso lean Six Sigma el antes y el después.

Fuente: Goleansixsigma, s.f.

2.3.1. Dmaic

Dmaic es un acrónimo de cinco términos que son, definir, medir, analizar, mejorar y controlar los cuales explicamos a continuación.

- Definir: En esta etapa se debe precisar el objetivo del proyecto, las variables que se utilizarán y los indicadores.
- Medir: Esta etapa consiste en recolectar información para aplicarle herramientas estadísticas y a partir de esto desarrollar la hipótesis que luego será demostrada o desmentida.
- Analizar: En esta etapa se presenta la raíz del problema, respaldado con datos, y también se genera una simulación de la solución.
- Mejorar: En esta etapa se debe aplicar la solución y se comprueba que funcione, esto se hace por recolección de datos y análisis de patrones.
- Controlar: En esta etapa se debe mantener los logros obtenidos y buscar futuras mejoras a lo ya realizado.

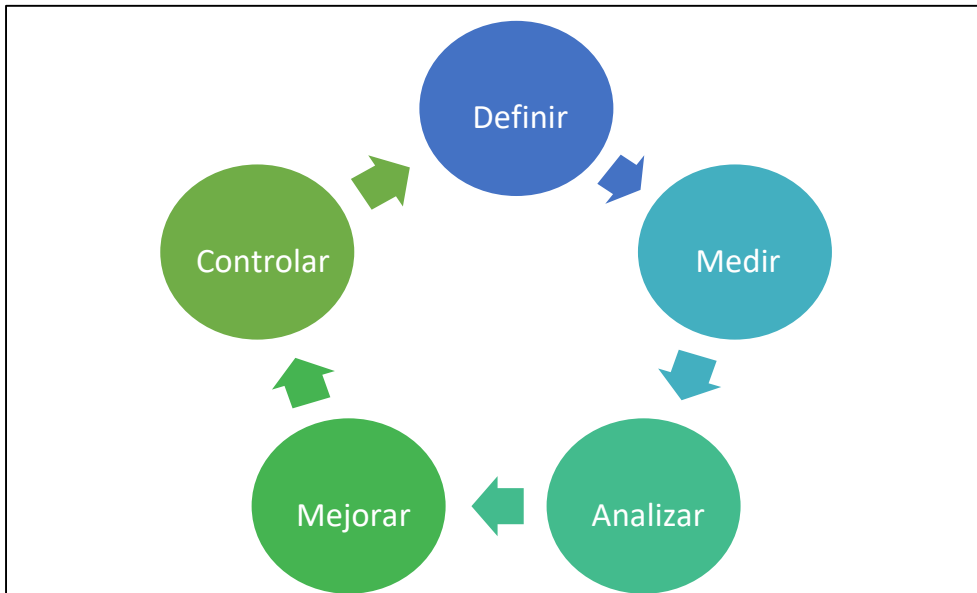


Figura 2- 6: Ciclo de mejora continua.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 2: DMAIC - MEDIR

3.1. **METODOLOGÍA**

La metodología para el desarrollo del problema se dividirá en las siguientes etapas:

- Etapa 1. Definir
- Etapa 2. Medir
- Etapa 3. Analizar
- Etapa 4. Mejorar
- Etapa 5. Controlar

Para el estudio del problema se trabajara con cada paso del DMAIC

3.2. **DEFINIR**

En esta etapa se definirá el objetivo que se desea lograr con el equipo ventilador de tiro inducido y a su vez se revisará información referente al proceso de trabajo y sus variables.

3.3. **MEDIR**

Esta etapa contiene 3 sub etapas, las cuáles son las siguientes:

- A través de la base de datos de la empresa. Estudios realizados sobre tiempos muertos.
- Entrevista a los trabajadores encargados de los tiempos muertos.
- Entrevistas a jefes de turno.

3.4. **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE TEMPOS MUERTOS**

La recolección de información sobre los tiempos muertos se realizará por los siguientes medios:

3.4.1. Estandarización de las fallas:

En este punto se realizará una estandarización de las fallas, lo cual se llevará a cabo junto al asistente de producción, agrupando estas fallas según tipo y equipo.

3.4.2. Análisis de las fallas por diagrama de Pareto:

El análisis se realizará a través del gráfico de Pareto, el cual se utiliza para dividir en capas o grupos de mayor a menor los datos y es útil para clasificar las causas más comunes de fallas o de un problema. El gráfico de Pareto sólo se puede utilizar con datos discretos, en otras palabras, no se puede usar para medidas continuas como lo son la temperatura, presión, entre otros. El análisis de Pareto se basa en la regla del 80/20, la cual consiste en que el 80% de los costos o fallas son originados por el 20% de los problemas (Cavanagh, Neuman, & Panden, 2002).

3.4.3. Se analizará posibles causas con un diagrama causa efecto por equipo:

Un diagrama causa efecto permite crear una lista estructurada de posibles causas partiendo de un efecto o problema. Es una excelente herramienta que permite reunir datos e ideas en especial con el método de lluvia de ideas, a la vez permite enfocarse de una manera más amplia en el problema dando paso a la etapa de análisis (Felizzola Jiménez & Luna Amaya, 2014).

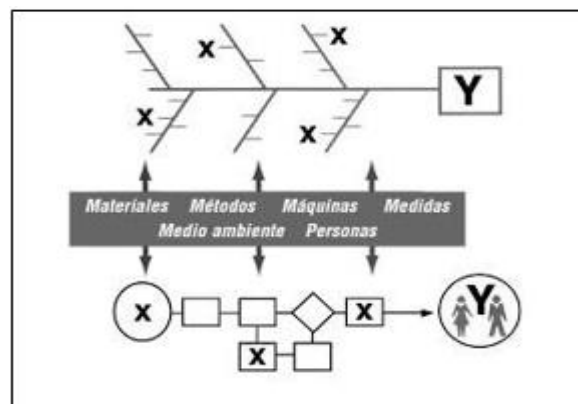


Figura 3- 1: Diagrama de causa Efecto

Fuente: Cavanagh, Neuman, & Panden, 2002.

3.5. ANALIZAR

En esta etapa se analizará por medio de observación, en terreno la manera de cómo se realizan las reparaciones Del ventilador de tiro inducido que presento los más altos niveles de tiempos muertos, identificados en el diagrama de Pareto, poniendo especial énfasis en la manera en como son tratados, identificando aquellas cosas que no se encuentran de acuerdo a los procedimientos establecidos para un óptimo funcionamiento y se presentará una propuesta de mejora.

3.6. MEJORAR

En esta etapa vamos a entregar soluciones de mejora llegando a la causa raíz de la falla para dar la solución. Esto lo conseguimos después de que identifiquemos los problemas en un diagrama de causa efecto que utilizamos para esta falla en específico.

3.7. CONTROLAR

En este paso es esencial para poder cerrar el ciclo de mejora continua que le queremos dar al ventilador de tiro inducido de la línea de secado de centro para esto es primordial seguir trabajando bajo un control de los equipos con los cheklist, termografías, análisis de vibraciones y una supervisión adecuada en las mantenciones del equipo.

CAPÍTULO 3: DMAIC - ANALIZAR

4.1. RESULTADOS

Lo primero que se realizó fue conocer y recopilar información de las detenciones de la línea de secado para realizar levantamiento de todas las fallas más recurrente en esta área.

4.1.1. Estandarización de causas de Tiempos Muertos

La información para realizar el estudio fue obtenida de la planilla de tiempos, recabándose información de los TM desde el año 2011 hasta el año 2016. Para poder obtener una información más exacta, se realizó una estandarización de las fallas del área de secado, la cual se presenta continuación.

4.1.2. Fallas más comunes en línea de secado

- Baja velocidad por humedad alta.
- Falla de rodamientos de polines de pista de rodado
- Falla de rodamientos ventiladores de tiro inducido
- Taco en válvula estrella de entrada.
- Taco en válvula estrella de salida
- Detención de rodillos dosificadores.
- Bajo rendimiento secado con gas.
- Falla en polines centradores de tambor secador
- Detención de secado por corte de energía.
- Falla de transmisión de tambores de secado.
- Detención de secado por acumulación de hojuela.

4.2. DIAGRAMA DE PARETO

En esta etapa con la información recopilada se genera un diagrama de Pareto que nos ayuda a separar lo que nos interesa mejorar de la línea de secado para así poder disminuir los tiempos muertos. Esta herramienta de trabajo es muy utilizada, ayuda a disminuir en gran manera los problemáticas que pueden tener distintos procesos.

4.2.1. Diagrama de Pareto con las principales fallas de la línea de secado

Nº	CAUSA	FRECUENCIA TIEMPO	%ACUMULADO		80-20
1	Falla de rodamientos ventiladores de tiro inducido	1450	35%	1450	80%
2	Baja velocidad por humedad alta.	965	58%	2415	80%
3	Taco en válvula estrella de salida	527	70%	2942	80%
4	Taco en válvula estrella de entrada.	458	81%	3400	80%
5	Falla de rodamientos de polines de pista de rodado	214	86%	3614	80%
6	Falla en polines centradores de tambor secador	145	90%	3759	80%
7	Detención de rodillos dosificadores.	125	93%	3884	80%
8	Detención de secado por corte de energía.	90	95%	3974	80%
9	Bajo rendimiento secado con gas.	89	97%	4063	80%
10	Falla de transmisión de tambores desecado.	75	99%	4138	80%
11	Detención de secado por acumulación de hojuela.	60	100%	4198	80%

Tabla 4- 1: Tabla de datos con causas de las fallas de los rodamientos del ventilador

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Gráfico de Pareto

En el gráfico se presentan las principales problemáticas que generan detención de la línea de secado, en la que se muestra con un mayor porcentaje de tiempo el Ventilador de tiro inducido de la línea de secado. Por esta razón el trabajo se concentrara en mejorar esta condición, ya que esta falla es un tiempo muerto que repercute directamente al departamento de mantención mecánica, las tres fallas siguientes pueden ser ocasionadas por la mala operación de equipos por parte de proceso

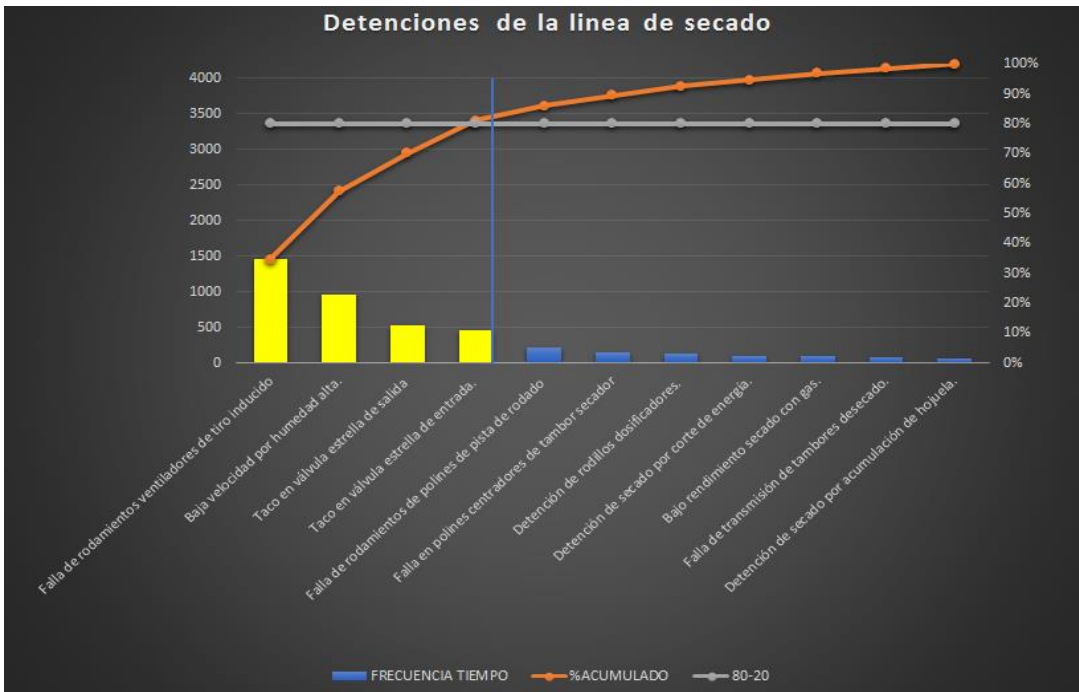


Gráfico 4- 1: Diagrama de Pareto de las fallas en la línea de secado, desde el año 2011 al 2016.

Fuente: Elaboración propia, con datos recopilados en empresa

4.3. ANÁLISIS DE CAUSA Y EFECTO

Una vez obtenidos los datos de los problemas que vamos a abordar con la ayuda del gráfico de Pareto, podemos empezar a confeccionar un diagrama de causa y efecto que nos ayude a mejorar las condiciones de los equipos, esto se puede confeccionar mediante una lluvia de ideas, recopilando un historial de fallas etc.

En el diagrama de Pareto mostrado anteriormente se identifican las siguientes fallas clasificadas mediante un 80 – 20 que separará las causas más relevantes.

- Falla de rodamientos de ventilador de tiro inducido.
- Baja velocidad de secado por humedad alta.
- Taco de hojuela en válvula rotatoria salida de secado.
- Taco de hojuela en válvula rotatoria entrada de secado.

De las cuatro causas identificadas nos enfocaremos en la falla de rodamientos de ventilador de tiro inducido para mejorar la condición de confiabilidad que tiene este equipo. Las otras tres restantes son igual de importantes en la labor de bajar tiempos muertos, pero no lo vamos a analizar en este informe.

4.4. DATOS DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO

El ventilador se compone de un rodete de tipo axial centrifugo cerrado, el cual está montado en un eje de acero SAE 4140 de 140mm de diámetro, y este va montado en un juego de rodamiento de rodillo a rotula cónico 22232 EK/C3, con manguito de fijación H-3132, una polea 6/8V/24.8” con bushing tipo QD, tamaño M, dimensionado a 5.7/16” con Chavetero de 1”, correas de transmisión 8V 2120.



Figura 4- 1: Ventilador de tiro inducido de secado de centro

Fuente: Elaboración Propia, fotografía de equipo tomada en terreno

Diagrama de causa efecto de la falla de rodamientos del ventilador de tiro inducido de la línea de secado.

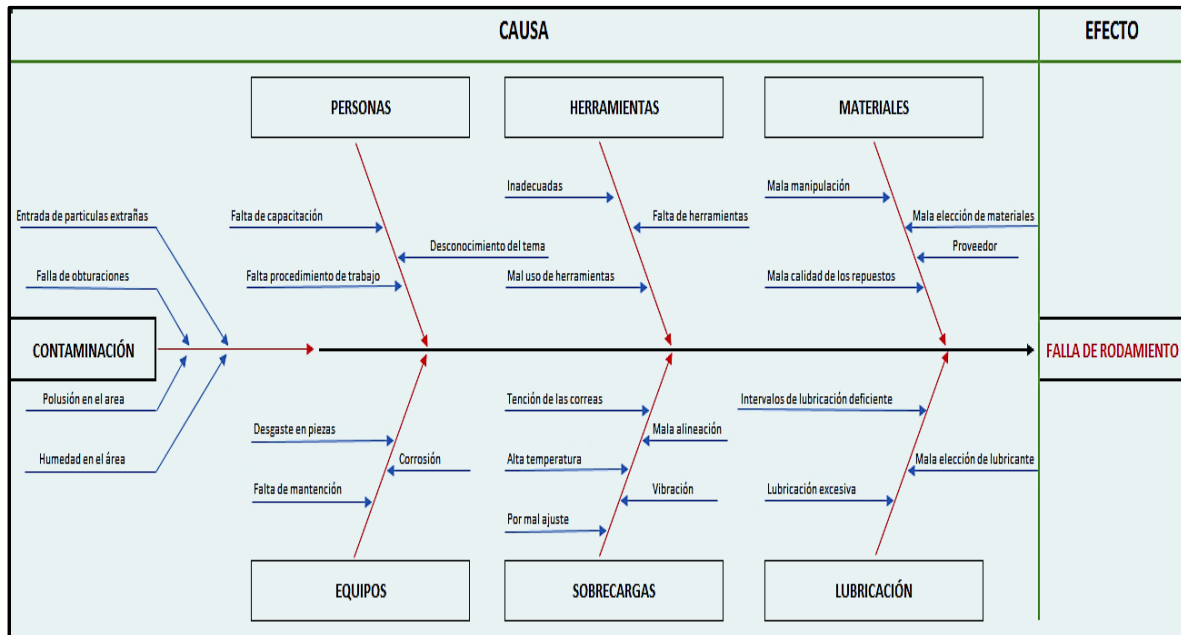


Figura 4- 2: Diagrama de causa efecto de la falla de rodamientos de ventilador de tiro inducido

Fuente: Elaboración Propia, realizado con lluvia de ideas realizado en empresa.

4.5. DESARROLLO DE DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO

Las posibles causas asociadas a la falla de rodamientos se pueden agrupar en siete tipos:

Personas, herramientas, materiales, equipo, sobrecargas, lubricación, contaminación.

4.5.1. Personas

- Desconocimiento del tema: esto se puede apreciar en el personal de mantenimiento que en su mayoría presentan muchas dudas en el proceso de cambio de rodamientos.
- Falta de capacitación: esto se tomó de una entrevista realizada a los mecánicos de planta y también a una rotación de personal que tuvo la planta con el personal de mantenimiento, en donde se integró una gran cantidad de mecánicos nuevos tanto de planta como personal contratista.

- Falta de procedimiento de trabajo: este paso es de suma importancia ya que al no tener un procedimiento de trabajo pueden ocurrir una gran cantidad de errores y daños a los equipos y accidentes a las personas.

4.5.2. Herramientas

- Falta de herramientas: en las inspecciones se puede apreciar que faltan una gran cantidad de herramientas indispensables para el trabajo, por ejemplo: llaves de ganchos, eslingas para realizar maniobras de levante, tecles de palanca, macetas de polímeros y goma, feeler, micrómetros, etc.
- Herramientas inadecuadas: en el proceso de trabajos de cambio de rodamientos se observaron varias herramientas que no son adecuadas para realizar este tipo de trabajo como por ejemplo: uso de martillo de peña para dar ajuste, cinces para apretar las turcas de ajuste, etc.
- Mal uso de herramientas: este fenómeno ocurre por el motivo de ausencias de herramientas esenciales para lograr un buen trabajo, se empieza a improvisar y tratar de avanzar con el trabajo, provocando daño que a lo mejor no se detectan a simple vista, pero en un plazo de tiempo provocara detención de equipos.

4.5.3. Materiales

- Mala manipulación: la mala manipulación se refiere a no tener los cuidados adecuados con estos repuestos que son muy delicados, teniendo en cuenta que los rodamientos son componente de precisión, el personal carece de un método adecuado para el trato de estos componentes por desconocimiento o falta de tiempo o supervisión.
- Mala calidad de materiales: es una causa de falla, se necesita estandarizar la calidad de algunos componentes del juego de rodamientos, en algunas ocasiones se solicitan repuestos con urgencia y no se ve su procedencia, también en ocasiones se generan ordenes de trabajo por el cambio de rodamientos y la empresa que se adjudica el trabajo no declara la calidad de los repuestos.
- Mala elección de materiales: la mala elección de un componente en el montaje de rodamientos puede llevar a una falla grave, el equipo no posee una ficha técnica donde indique las características de los componentes y esto puede llevar a que

- los mantenedores o bodegueros entren en algunos errores en la entrega o salida de repuestos.
- Proveedor: el proveedor de repuestos tiene que tener la capacidad de instruir al cliente con respecto los datos técnicos de los insumos, un buen proveedor no solo vende sino que también entrega un valor agregado a sus repuestos ya sea dando capacitaciones y charlas.

4.5.4. Equipos

- Falta de mantención: estos equipos necesitan mantenciones periódicas para un buen funcionamiento, si bien se realizan mantenciones preventivas a los ventiladores de forma trimestrales como por ejemplo análisis de vibraciones, se recomienda generar un plan de mantenimiento que involucre checklist, termografías, análisis de ruidos, revisión de pernos de anclaje etc.
- Corrosión: estos equipos al trabajar con gases con temperatura tienen mucha cantidad de agua y humedad por condensación, esto provoca un aumento de corrosión y oxidación en estos equipos lo que puede ocasionar roturas de estructuras, desgaste de materiales, corrosión en los pernos de fijación, haciendo más complicados los trabajos de reparaciones.
- Desgaste de piezas: el desgaste de piezas en estos ventiladores puede ser un problema ya que se necesita tener todos sus componentes en óptimas condiciones, se sugiere revisar estado del eje del ventilador y medir en distintos puntos para ver sus tolerancias.

4.5.5. Sobrecargas

- Sobrecarga por mal ajuste: esto es uno de los puntos más importantes del montaje y se tiene que realizar con mucho cuidado y bajo los criterios otorgados por los fabricantes, revisando los ajustes correspondiente para cada tipo de rodamientos, el personal en general desconoce algunos pasos importantes y dependen de sus jefaturas para dar este paso, se tiene un desconocimiento de cómo llegar a la medida final del rodamiento, falta entrenamiento.

- Alta temperatura: esto puede ser por muchas razones una es la que mencionamos anterior mente, también puede ser ocasionada por una mala operación del equipo, o también por una mala lubricación de los rodamientos puede llevar a temperaturas muy altas a estos equipos rodantes.
- Vibraciones: las vibraciones en los equipos de transporte neumáticos como los ventiladores, puede ser fatal así que se necesita de mantenciones preventiva para evitar este tipo de anomalías.
- Mala alineación: si no tenemos una buena alineación provocaremos muchos problemas a este tipo de equipos, como vibraciones, sobrecargas, temperatura y desgaste de componentes.
- Tensión de las correas: este paso parece no ser tan complicado, pero si lo es, ya que si no se realiza bajo las condiciones correctas podemos sobrecargar en el equipo por generar mucha carga sobre los ejes y motor, desgaste prematura en las poleas y correas, ruidos excesivos por falta de tensado.

4.5.6. Lubricación

- Lubricación excesiva: por no colocar la cantidad de grasa correspondiente en los soporte de los ventiladores podemos provocar que la grasa se agite y provoque sobrecalentamiento fugas y degradación del lubricante, esto es muy malo para el buen funcionamiento de los rodamientos.
- Intervalos de lubricación ineficientes: los rodamientos necesitan de un programa de lubricación, esto es adicional al engrase del primer montaje de rodamiento, esto con el fin de prolongar la vida útil de la grasa, vasado en datos empíricos.
- Mala elección del lubricante: una mala elección de lubricante puede ocasionar una falla de los rodamientos ya que dependiendo de la carga, velocidad y temperatura podemos definir una grasa acorde para los equipos.

4.5.7. Contaminación

- Humedad en el área: el sector donde operan estos equipos son muy húmedos y esto puede ser perjudicial si no se maneja de forma adecuada, se necesita tener muy herméticos los soporte de rodamientos para evitar contaminación por agua

al interior de los rodamientos, además el sector está a la intemperie y la lluvia también puede provocar daños si tenemos problemas de hermeticidad.

- Polución en el área: este siempre es un factor de falla, si no se maneja una limpieza del equipo en una intervención podemos arruinar todo el trabajo, se necesita que las personas manejen una limpieza de superficies para evitar contaminación al interior de los rodamientos, se necesita mantener siempre una inspección en los sellos de los soportes.

CAPITULO 4: DMAIC - MEJORAR

4.6. PROPUESTA DE MEJORA PARA VENTILADOR

Para poder mejorar la condición de operación del ventilador se tiene que dar solución a todas las causas que pueden estar provocando la falla de los rodamientos. Para lo cual a continuación se mencionaran algunas propuestas de solución.

4.6.1. Lo referente a las personas podemos decir

Sobre el desconocimiento del tema, podemos decir que esto se soluciona con práctica y puede llevar tiempo en que un mantenedor con poca experiencia llegue a tener la capacidad que se necesita. Por lo cual se propone lo siguiente: dentro del departamento se reconoce que de un total de 12 mecánicos de planta 4 tiene un mayor conocimiento del montaje de rodamientos por lo cual se propone que ellos sean los encargados de realizar los montajes y a su vez seguir capacitándolos con charlas y curso de montaje de rodamientos otorgados por la empresa SKF que es el proveedor de la planta.

Con respecto a la falta de capacitación, se sugiere organizar una carta gant con un plan de capacitaciones con el fin de mejorar las competencias de los mecánicos en el ámbito de montaje de rodamientos, esto es posible con la ayuda de las empresas de proveedores y el equipo tripartito de capacitaciones de la empresa LP.

La falta del procedimiento de trabajo, provoca que la tarea del cambio de rodamientos del ventilador de tiro inducido sea más compleja aun ya que no se tiene un orden de secuencias en el proceso. Por lo cual se generó el procedimiento de trabajo el cual fue presentado a los departamentos de la empresa y a gerencia con el fin de que pudiera ser aprobado. El mes de Marzo del 2017 queda con los vistos buenos y a disposición de las personas que lo requieran, se ingresa como nuevo procedimiento en el master de procedimientos de la compañía. (El procedimiento se puede ver en el Anexo A del informe)

4.6.2. Con respecto a las herramientas lo siguiente

Falta de herramientas: Este era una de las causas de falla por mal montaje en los ventiladores por lo cual se realizó un levantamiento de las herramientas existentes y se

encontró con un déficit, se presentó este problema a nuestras jefaturas para mejorar el estado de herramientas y la adquisición de otras que no se tenían a continuación se presentan las herramientas necesarias para el montaje de rodamientos del ventilador de tiro inducido de centro.

- 2 Tecles de palanca de 0.75 ton. Para realizar los trabajos de maniobras



Figura 4- 3: Tecle palanca.

Fuente: Elaboración Propia,

- 2 eslingas de 1 m. de largo, 50mm de ancho, 2 capas, ojo a ojo.



Figura 4- 4: Eslinga

Fuente: Elaboración Propia

- Llaves punta corona 19mm, 24mm, 32mm, 38mm, estas son las llaves que se necesitan para aflojar los pernos de la protección de las correas, poleas y soportes de rodamientos.



Figura 4- 5: llaves punta corona

Fuente: Elaboración Propia

- Juego de dados de toma $\frac{3}{4}$ " de preferencia tipo impacto.



Figura 4- 6: Juegos de dados de impacto

Fuente: Elaboración Propia

- Martillo sin rebote, esto para realizar los ajustes sin tener que dañar al realizar golpes en el proceso de montaje de componentes.



Figura 4- 7: Martillo si rebote

Fuente: Elaboración Propia

- Llaves gancho de impacto TMFM 30-40 para montaje de rodamientos SKF, el recomendado para los rodamientos 22232 CCK/C3, con manguito de fijación H-3132



Figura 4- 8: Llave de impacto

Fuente: Elaboración Propia

- Llave de torque toma de 3/4" para realizar el torque de los pernos de los soportes SNL que llevan 350 lb/ft.



Figura 4- 9: Llave torque toma de 3/4"

Fuente: Elaboración Propia

- Para realizar los ajustes del juego radial interno se necesita utilizar feeler se sugiere, SKF Feeler Gauge 729865 A / SKF Feeler Gauge 729865 B



Figura 4- 10: Feeler SKF

Fuente: Elaboración Propia

- Para poder generar un correcto montaje se necesitan de algunas herramientas de precisión como por ejemplo un reloj comparador.



Figura 4- 11: Reloj comparador de esfera.

Fuente: Elaboración Propia

- Alineador laser para la transmisión, se sugiere un alineador TMEB 2, SKF

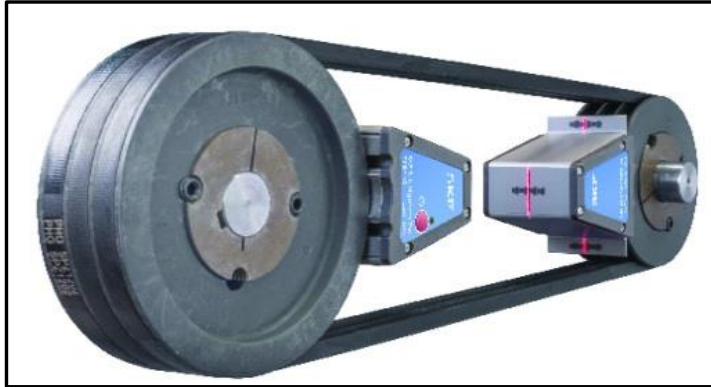


Figura 4- 12: Alineador laser SKF

Fuente: Elaboración Propia

- Tensor de correas, esto con el fin de no generar sobrecargas o daños a poleas y correas de transmisión.



Figura 4- 13: Tensor de correas

Fuente: Elaboración Propia

- Herramientas de medición, siempre son esenciales para no dejar nada a lazar, considerar siempre.



Figura 4- 14: Herramientas de medición.

Fuente: Elaboración Propia

- Paños de limpieza, se recomienda paños de papel los cuales no sueltan residuos y en la limpieza de los rodamientos es súper importantes no contaminar bajo ninguna circunstancia.



Figura 4- 15: Paños de aseo

Fuente: Elaboración Propia

Herramienta inadecuada o mal usada, podemos decir que no se puede utilizar cualquier tipo de herramientas, porque se podemos provocar accidentes a las personas y equipos, como por ejemplo, nunca utilizar martillo y cincel directamente sobre la tuerca, esto puede provocar daños y desprendimientos de materiales que pueden ingresar al interior del rodamiento.



Figura 4- 16: Forma incorrecta de montaje de rodamientos

Fuente: Elaboración Propia

Forma adecuada de realizar el montaje de rodamientos es la que se menciona a continuación de esta forma no dañamos la tuerca del manguito de fijación y minimizamos el ingreso de partículas en el proceso de montaje.

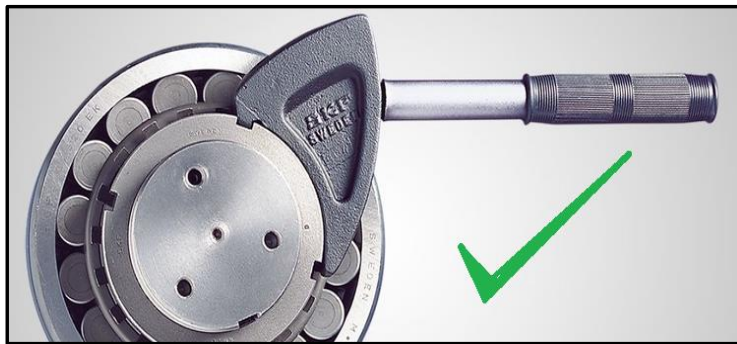


Figura 4- 17: Forma correcta de ajustar rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 5: DMAIC - CONTROLAR

4.6.3. Con respecto a los materiales se sugiere lo siguiente

La mala manipulación, esto es un paso importante para lo cual se necesita instruir al personal de mantenimiento del riesgo que se pueden provocar con una mala manipulación de rodamientos, a continuación dejamos algunas sugerencias de mejoras:

- ❖ Se sugiere mejorar almacenaje de rodamientos en bodega de repuestos, como por ejemplo colocar fecha de ingresos de rodamientos a bodega se puede estampar con un timbre o adhesivo sobre la caja del rodamiento esto con el fin de que un rodamiento no pase más de tres años almacenados ya que la protección que trae el rodamiento deja de cumplir su función protectora.
- ❖ Antes de empezar el trabajo preocuparse de mantener el área de trabajo libre de polvo y humedad, el personal de mantenimiento que esté involucrado en el montaje debe utilizar guantes de nitrilo para manipulación y limpiar siempre todas las herramientas antes y después de utilizarlas.
- ❖ Lo principal en esta mejora de la manipulación de los rodamientos es evitar trabajos adicionales en el lugar de trabajo como por ejemplo: rectificando, limado, soldaduras, etc.

Mala calidad de materiales, uno de los problemas que se encontraron fue que en algunas oportunidades llegaron rodamientos de procedencias desconocidas, producto de comprar de urgencia o porque se generaban ordenes de trabajo para el montaje y la empresa contratista instalaba rodamientos de más baja calidad. Por esta razón se sugiere lo siguiente.

- ❖ Realizar licitaciones con proveedores que puedan entregar un repuesto de gran calidad a un buen precio y realizar consignaciones con los insumos manteniendo un stock siempre en bodega.
- ❖ Las órdenes de trabajo tiene que estipular todos los datos de rodamientos y requerimientos técnicos para evitar que ingresen repuestos de procedencia no deseada. Más adelante se presenta ficha técnica de los

rodamientos del ventilador que se puede adjuntar a la orden de trabajo, para aclarar de mejor manera lo que la empresa necesita.

Mala elección de materiales o repuestos, Para evitar que se cometan errores sobre los repuestos que el ventilador de tiro inducido de la línea de secado de centro necesita, se generó una ficha técnica con los repuestos que el equipo posee y de esta forma eliminar errores

Ficha Técnica de Componentes de Ventilador de Tiro Inducido Secado de Centro		
1	Nombre del Equipo	Ventilador Tiro Inducido Secado de Centro
2	TAG Equipo	210 FA 2112.02
3	Motor Electrico	Siemen 300 hp / 440 A
4	Polea Motriz	6/8V/17" Con Bushing tipo QD,tamaño J,Dimencionado a 80mm.
5	Polea Eje Conducido	6/8V/24,8" Con Bushing tipo QD, tamaño M, dimencionado a 5,7/16"
6	Tipo de Transmisión	Por Correas (6 x PHG 8VX2120) /Codigo de bodega (bml-corre-100-012)
7	Velocidad de Trabajo	1450 RPM
8	Disposición de Trabajo	Horizontal
9	Tº de Trabajo	Temperatura Ambiente
10	Soportes	SNL 532 SKF /Codigo de bodega (bml-sopo-100-002)
11	Rodamientos	22232 EK/C3 SKF /Codigo de bodega (bml-roda-100-019)
12	Manguitos	H - 3132 SKF /Codigo de bodega bml-mang-100-001
13	Anillos de Fijación	FRB 17/290 SKF /Codigo de bodega (bml-anil-100-001)
14	Obturaciones	TSN 532 GA SKF /Codigo de bodega (bml-obtu-100-005)
15	Lubricante	Grasa Beslux Komplex Alfa 2 brugarolas /Codigo de bodega (bml-gras-200-021)

Tabla 4- 2: Ficha técnica de equipo ventilador de tiro inducido

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4. En lo que se refiere a los equipos podemos proponer lo siguiente

Falta de mantención: para mejorar esta situación se realizó propuesta de mantención a jefaturas donde se realizó una nueva ruta de mantenimiento para este equipo que considera inspecciones termo gráficas la cual no la consideraba.

- ❖ Termografía: desde hace un tiempo se incorporó en las rutinas de mantenimiento una nueva técnica preventiva para mejorar la condición y

poder alertar y poder generar registros y estadísticas con respecto al comportamiento de las temperaturas del equipo



Figura 4- 18: Cámara termo gráfica SKF

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Esta nueva técnica nos ayuda a mantener una visión más amplia de los equipos y gracias a esto podemos anticiparnos a fallos inesperados ya que el aumento de temperatura en los equipos es un fiel indicador de que está empezando una avería que puede ser muy complicado si no se toma en cuenta.

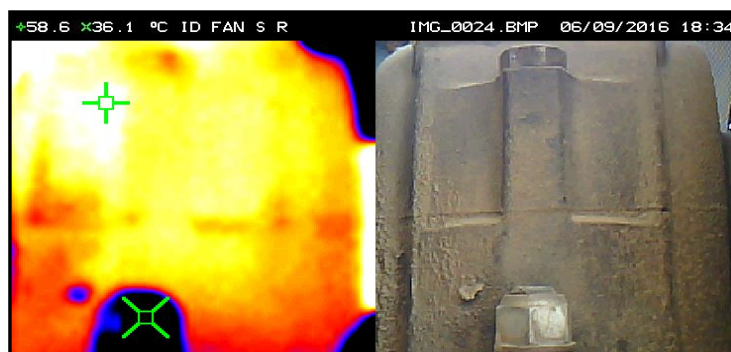


Figura 4- 19: Toma termo gráfica de soportes de VTI centro, lado rodete

Fuente: Elaboración Propia

Imagen termo gráfica del día 06 de septiembre 2016 a las 18:34 pm con una temperatura máxima de 58.6 °C Rodamiento 22232 EK/C3

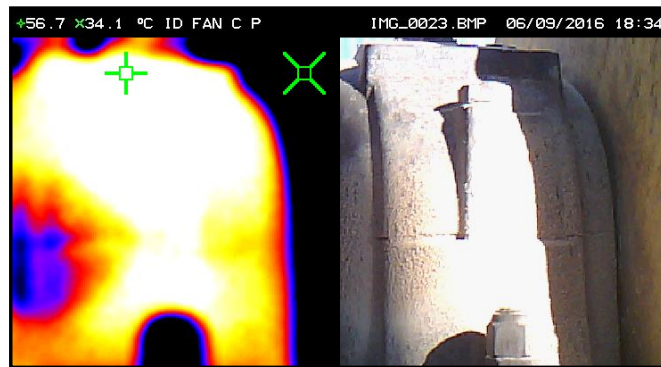


Figura 4- 20: Toma termo gráfica de soporte VTI centro, lado polea

Fuente: Elaboración Propia

Imagen termo gráfica del día 06 de septiembre 2016 a las 18:34 pm con una temperatura de 56.7 °C rodamiento lado polea 22232 EK/C3

- Corrosión: se sugiere realizar una mejora de las pinturas anticorrosivas del equipo para evitar el avance de la corrosión y oxidación, esto dará una vida útil de la estructura más prolongada.



Figura 4- 21: Fotografía muestra corrosión en VTI centro

Fuente: Elaboración Propia

- Desgaste de piezas, esto se tiene que revisar cada vez que se realice un cambio de rodamiento, midiendo el eje en distintos puntos, para llevar un control de las holguras si las tolerancias del eje quedan fuera de rango se recomienda el cambio de eje para evitar fallas prematuras en el ventilador, en el caso de este ventilador se detectó una diferencia en la zona donde va montado el manguito de fijación lado rodete, por lo cual se cambió eje y nos dio un mejor resultado en el montaje.

A continuación se deja un ejemplo de cómo medir un eje.

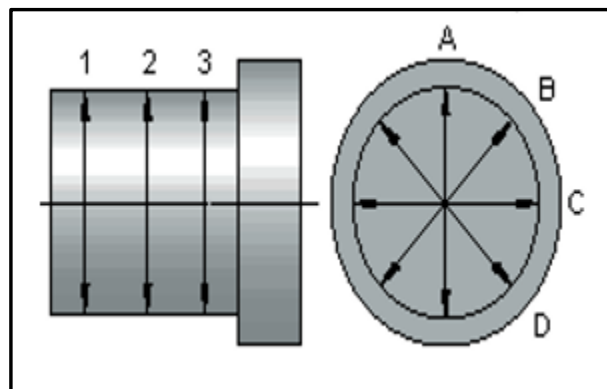


Figura 4- 22: Muestra ejemplo de medición de ejes

Fuente: Elaboración Propia

4.6.5. Lo que se indica para manejar la sobrecarga

Seguir inspecciones termo gráficas para ver puntos con sobre esfuerzos los cuales tienden a generar temperatura.

Mantener las mantenciones predictivas de forma trimestral, análisis de vibraciones y balanceo dinámico en caso de que fuera necesario.

Realizar inspecciones en el estado de correas, para verificar estado de tensión y alineación.

Para este paso de inspección se tiene que considerar que existen algunas variables que influyen para programar la frecuencia de tiempo que se detallan a continuación:

- Velocidad de trabajo de la transmisión.
- Ciclo de funcionamiento de la transmisión.
- Importancia del equipo y temperaturas ambientales extremas.
- Trabajo en ambientes especiales.
- Accesibilidad del equipo.

4.6.6. Sobre la lubricación podemos decir

Se incorporó una pesa gramara para dosificar las cantidades de grasa por soporte, según lo estipulado por fabricante, con esto eliminamos un posible exceso de grasa y una lubricación deficiente.

Para mejorar los intervalos de lubricación se incorporó el uso de lubricadores automáticos los cuales se regulan según las condiciones de trabajo del equipo.

Con respecto a la elección de la grasa, el equipo actualmente está usando una grasa Beslux Komplex Alfa 2 Brugarolas, que es un excelente lubricante, esta grasa lleva un espesante compuesto de urea, tiene una aceite base sintético, funciona muy bien en velocidades medias – altas, y reacciona bien a las altas cargas.

4.6.7. Contaminación

Para la contaminación en los rodamientos podemos decir, que lo más importante es mantener la limpieza del equipo en especial cuando tenga intervenciones, mantener controlado el estado de las obturaciones que son de mucha importancia para evitar el ingreso de polvo, agua y partículas extrañas que puedan dañar el equipo.

4.7. OTROS DATOS APORTADOS

4.7.1. Planos

Este equipo no tiene mucha información, por cual se generó como forma adicional unos planos de construcción de eje y rodete, esto con el fin de facilitar la mayor cantidad de información al departamento de mantención, los planos del equipo quedaran en los anexos del informe.

4.7.2. Medidas de seguridad

En el proceso del trabajo del montaje de rodamientos del ventilador de tiro inducido tenemos varios riesgos asociados, que pueden accidentar a las personas, por lo cual es de importancia que todo el trabajo esté bajo de un estricto control y siempre se utilicen normas preventivas de la compañía.

- Charla de seguridad.
- Confección de un análisis de trabajo seguro.
- Utilizar elementos de protección personal que requiere para el trabajo.
- Comenzar los trabajos con los equipos bloqueados, bajo procedimiento de energía cero.
- Revisar estado de herramientas.
- Mantener lugar de trabajo en orden y limpio.

4.7.3. Riesgos asociados

Dentro de los riesgos asociados a este tipo de trabajo destacamos los siguientes:

- Riesgo de atrapamiento.
- Riesgo de caída distinto nivel.
- Riesgo de ser golpeado con.
- Riesgo de ser golpeado contra.
- Riesgo shock eléctrico.
- Riesgo de lesiones por sobre esfuerzo.
- Riesgo de atropello.

4.7.4. Análisis de vibraciones de ventilador de tiro inducido

El último análisis que se le realiza al ventilador de tiro inducido de secado de la línea de centro, corresponde al del mes de marzo 2017, por la empresa H&A Ingeniería Ltda., sigue indicando buenas lecturas sobre los rodamientos de rodillo a rotula que ya llevan alrededor de 12 meses trabajando sin problemas, después del último cambio que realizamos tomando todas las medidas anteriormente mencionadas.

La lectura arrojó los siguientes valores:

Desde las 10:10 horas del 27/04/2017, se realizan mediciones de vibración en los descansos del ventilador. Los valores globales de vibración en los descansos del ventilador presentan amplitudes “buenas” para su funcionamiento basados en la norma “ISO 10816-3” y de acuerdo a nuestra experiencia, llegando a 1,12 mm/s RMS en la dirección axial y 1,09 mm/s RMS en la dirección radial. En los espectros no se observa sintomatología de precarga o problemas de montaje severos.

4.7.5. Datos de la última falla de ventilador de tiro inducido

En inspección técnica realizada a rodamiento y descansos de la última falla de Mayo 2016, lado rodete que había fallado se pudo determinar lo siguiente:

- El descanso lado rodete presentaba lubricante en buen estado y en cantidad suficiente.
- El seguro de la arandela sobre la tuerca del manguito de fijación se encontraba en su posición normal.
- La jaula del rodamiento solo presentaba desgaste, no había colapsado por el Desalineamiento.
- El manguito presentaba algunas marcas de óxido por problemas de apoyo con el eje.
- Golillas de ajuste y sujeción de soportes se encuentran en malas condiciones, deformación por reaprietes.
- Los rodillos del rodamiento presentaban marca que indicaba un Desalineamiento con respecto a la pista exterior, lo que generó el colapso de esta.

Según nuestro análisis el rodamiento falló por una desalineación en el soporte lado rodete por soltura de pernos producto de las malas condiciones de las golillas de ajuste de los pernos de fijación, esto nos indica que tenemos que tomar todas las variables

que pueda presentar una falla y estudiar la causa origen, para que la falla por ningún motivo vuelva a ocurrir.



Figura 4- 23: tapas de soporte de rodamientos de VTI, se puede ver estado de grasa

Fuente: Elaboración propia



Figura 4- 24: marca de pista de rodado en aro exterior de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia, tomada en rodamiento cuando ocurre la falla

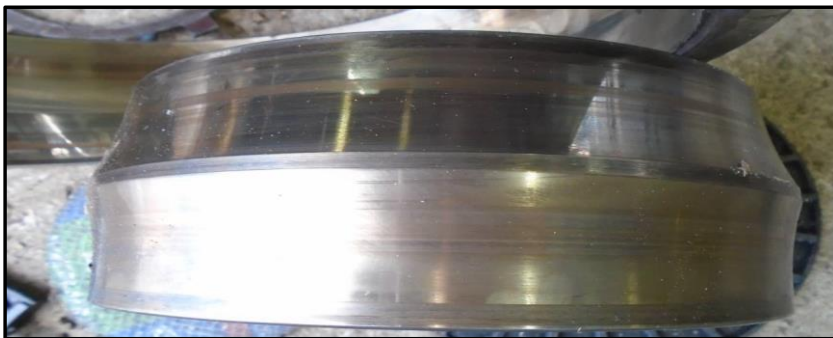


Figura 4- 25: Marcas de sobrecarga en aro interior de rodamiento

Fuente: Elaboración propia

4.7.6 Reducción de juego radial interno de los rodamientos 22232 EK/C3

Con respecto al juego radial interno que utilizamos para este rodamiento tenemos que considerar varios puntos que son de real importancia para un ajuste adecuado, tomando todos los datos otorgado por los fabricantes de rodamiento. Tomaremos los datos entregados por catálogo del fabricante de rodamientos SKF, para explicar cómo llegamos a la reducción que se necesita para el montaje de los rodamientos del ventilador de tiro inducido de secado de la línea de centro.

El primer paso es identificar el diámetro de eje para este tipo de rodamiento que es un rodamiento 22232 EK/C3, para lo cual tomamos los dos últimos dígitos de la enumeración de este rodamiento y lo multiplicamos por 5 que es la contante para el cálculo.

Ejemplo:

$$222(\underline{32} \times 5) = 160 \longrightarrow \text{Diámetro de eje}$$

Con el diámetro del eje nos ubicamos en el catálogo para empezar a sacar datos para nuestro montaje, muy importante considerar que la medida del eje siempre tiene que estar dentro de los rangos de “mayor que” e “incluyendo hasta”, como lo muestra la tabla

Valor del diámetro interior nominal del rodamiento d		Juego radial antes del montaje										Reducción de juego radial	
		Grupo de juego											
mayor que mm	incluyendo hasta mm	C2		Normal		C3		C4		C5		min. mm	max. mm
		min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm		
140	160	0.09	0.13	0.13	0.18	0.18	0.23	0.23	0.3	0.3	0.38	0.07	0.085

Tabla 4- 3: tabla para ajuste de juego radial interno

Fuente: página www.bgl.com.br

Ya ubicados en la tabla con nuestra medida nominal del eje y considerando que nuestro rodamiento es un rodillo a rotula con agujero cónico, 22232 EK/C3, nos vamos a la tabla donde están los datos correspondientes a un rodamiento con juego radial C3, como lo muestra la siguiente tabla.

Valor del diámetro interior nominal del rodamiento d		Juego radial antes del montaje										Reducción de juego radial	
		Grupo de juego											
		C2		Normal		C3		C4		C5			
mayor que mm	incluyendo hasta mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
140	160	0.09	0.13	0.13	0.18	0.18	0.23	0.23	0.3	0.3	0.38	0.07	0.085

Tabla 4- 4: tabla para ajuste de juego radial interno

Fuente: página www.bgl.com.br

Lo que sigue en nuestro procedimiento para la reducción del juego radial es verificar que nuestros rodamientos estén dentro rango como lo menciona la tabla anterior que nos dice que el rodamiento antes del montaje tiene que estar entre los valores 0.18mm y 0.23mm, para lo cual tenemos que medir con un Feeler.

En el caso de los rodamientos que fueron montados se pudo verificar que venían con un juego de 0.20mm, de tolerancia de fábrica, que es un valor que se encuentra entre la mínima y máxima que exige el fabricante.

(Nota: La nomenclatura del rodamiento 22232 EK/C3 se detalla en el Anexo C-2)

Teniendo estos valores y tolerancias podemos seguir con la reducción del juego radial de los rodamientos, para lo cual nos vamos a la tabla de reducción de juego interno que se muestra a continuación.

Valor del diámetro interior nominal del rodamiento d		Juego radial antes del montaje										Reducción de juego radial	
		Grupo de juego											
		C2		Normal		C3		C4		C5			
mayor que mm	incluyendo hasta mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
140	160	0.09	0.13	0.13	0.18	0.18	0.23	0.23	0.3	0.3	0.38	0.07	0.085

Tabla 4- 5: tabla para ajuste de juego radial interno

Fuente: página www.bgl.com.br

Teniendo estos datos realizamos el siguiente ejercicio el cual nos dará la medida del calado final que debe llevar el rodamiento.

$$0.20 - 0.07 = 0.13$$

$$0.20 - 0.085 = 0.115$$

$$\frac{0.13 + 0.115}{2} = 0.12 \text{ mm}$$

El ajuste final de juego radial interno para el rodamiento quedara de 0.12mm, este ajuste es el recomendado para nuestro montaje de rodamiento de rodillo rótula con agujero cónico 22232 EK/C3

4.8. TABLA DE VALORES Y PERDIDAS POR FALLA DE VTI LINEA DE SECADO DE CENTRO

Falla de Rodamientos en la línea de secado de Centro		
Descripción	Valor unitario	Total
Rodamiento 22232 EK/C3 SKF	\$ 502.000	\$ 1.004.000
Manguito de Fijación H-3132 SKF	\$ 92.800	\$ 185.600
Obturaciones TSN 532 L SKF	\$ 18.900	\$ 37.800
Anillo de fijación 2 x FRB 17/290 SKF	\$ 24.980	\$ 49.960
Soporte SNL 532 SKF	\$ 504.160	\$ 1.008.320
		\$ 2.285.680

Tabla 4- 6: valores de rodamientos del VTI línea de secado de centro

Fuente: elaboración propia, valores tomados del sistema flexline ERP

En la tabla se aprecia el costo de un juego completo de rodamiento para el ventilador de tiro inducido de la línea de secado de centro, si consideramos que el ventilador fallo 5 veces desde el 2011 al 2016 el valor se incrementa a la suma de \$ 11.428.400.

Esto nos dice que el gasto es muy elevado solo considerando los repuestos ya que si se incorpora el valor de HH, el valor se incrementa aún más.

Con respecto a los minutos totales de detención del ventilador que llego a tener 1450 minutos, que llevados a horas serian 24 horas y 16 minutos de detención de línea podríamos considerar las siguientes pérdidas para la empresa.

Considerando que la planta produce 19.30m³ x cada hora de trabajo, que equivale a 20 prensadas de tableros, y cada prensada genera 32 piezas de OSB, tendríamos un total de 640 tableros x hora de trabajo, si lo llevamos a las 24 horas con 16 minutos tendríamos un total de 15.520 tableros, considerando el valor del costo del tablero que es de \$3.500 aproximado, tendríamos una perdida por no producción de \$ 54.320.000.

Por este motivo es de real importancia la continuidad de la línea productiva y mejorando el montaje de rodamientos y controles de mantenimiento podríamos bajar considerablemente los gastos de la compañía.

CONCLUSIÓN

5.1. CONCLUSIONES

Para realizar el análisis de los tiempos muertos se llevó a cabo, en primer lugar, una estandarización de las fallas. En segundo lugar, se utilizó el diagrama de Pareto, con el cual se enfocaron los problemas más significativos. Por último se utilizó el diagrama de causa efecto, en el cual se reunieron todas las posibles causas de los problemas detectados. Se escogieron estas herramientas ya que, eran apropiadas para este caso permitiendo enfocar el trabajo en terreno, lo cual permitió realizar las propuestas de mejora para la empresa.

Los fallos que presentaban el 80% de la pérdida de disponibilidad en el área de secado son: Falla de rodamientos de ventilador de tiro inducido, baja velocidad de secado por humedad alta, taco en válvula rotatoria salida secado de centro y taco en válvula rotatoria entrada secado.

Para lograr tener éxito en este tipo de trabajo es necesario tener en cuenta todos los métodos que nos ayuden a realizar un trabajo eficiente y libre de accidentes, utilizando siempre los elementos de protección personal y los procedimientos establecidos por la compañía.

Las técnicas preventivas de inspección o monitoreo en terreno son vitales para poder tener un control del estado de los rodamientos, el comportamiento del lubricante o de cualquier anomalía que pueda presentar el equipo.

El montaje de rodamiento es un trabajo que requiere mucha precisión y capacitación por parte del personal encargado de realizar estos trabajos y se debe utilizar toda la información y técnicas que establecidas para lograr que se concrete un trabajo de calidad.

El ventilador de tiro inducido de la línea de centro es un eslabón importante en el proceso de producción de hojuelas secas que se necesitan para poder fabricar el producto final, por lo cual todo lo que se menciona en el informe es esencial llevarlo a la práctica para evitar tiempos muertos y pérdidas de producción que a su vez se traduce en grandes pérdidas de dinero para la compañía.

La reducción del juego radial interno de los rodamientos se debe realizar siempre con los datos de catálogo que menciona el fabricante y siempre utilizando las herramientas apropiadas para no generar daños en los componentes.

El lubricante es parte importante en el proceso de mantenimiento, en este montaje se tiene que tener un cuidado único con la contaminación y la manipulación de la grasa lubricante, las cantidades y la forma de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cavanagh, O. R., Neuman, R. P., & Panden, P. S. (2002). Las Claves De Seis Sigma. Madrid España: Mcgaw-Hill.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (22 de Abril de 2014). Lean Six Sigma En Pequeñas y Medianas Empresas: Un Enfoque Predeterminado. Obtenido de Scielo Revista Chilena De Ingeniería: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071833052014000200012&script=sci_arttext Goleansixsigma. (s.f.). Goleansixsigma .Obtenido de Goleansixsigma:<https://goleansixsigma.com/>
- Mark O, G. (2010). The Lean Six Sigma Guide. Dallas, Texas.
- Catálogo General SKF : <http://www.skf.com/es/products/index.html>
- Catálogo de herramientas Feram, Ferretería amunategui: <https://www.feram.cl/>
- Master de procedimiento de LP Planta Lautaro.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-1

PLANOS DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO DE SECADO LÍNEA DE CENTRO

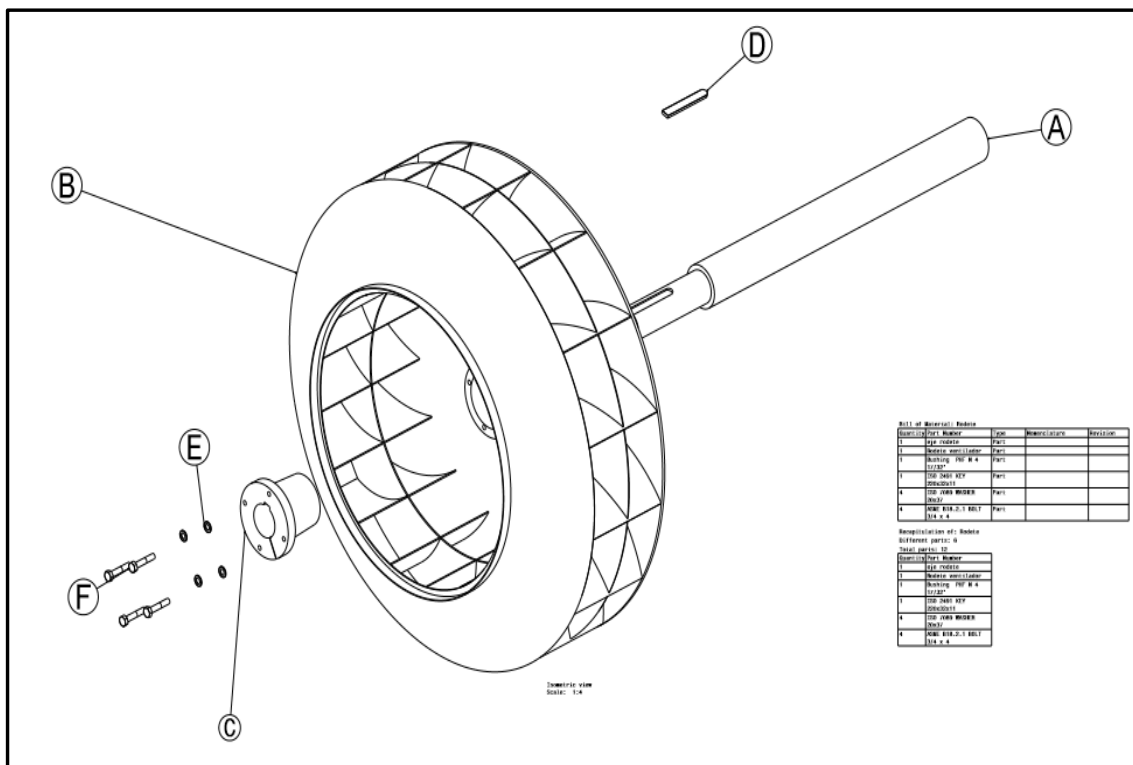


Figura: A.1 Plano de rodete de VTI centro

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO A-2

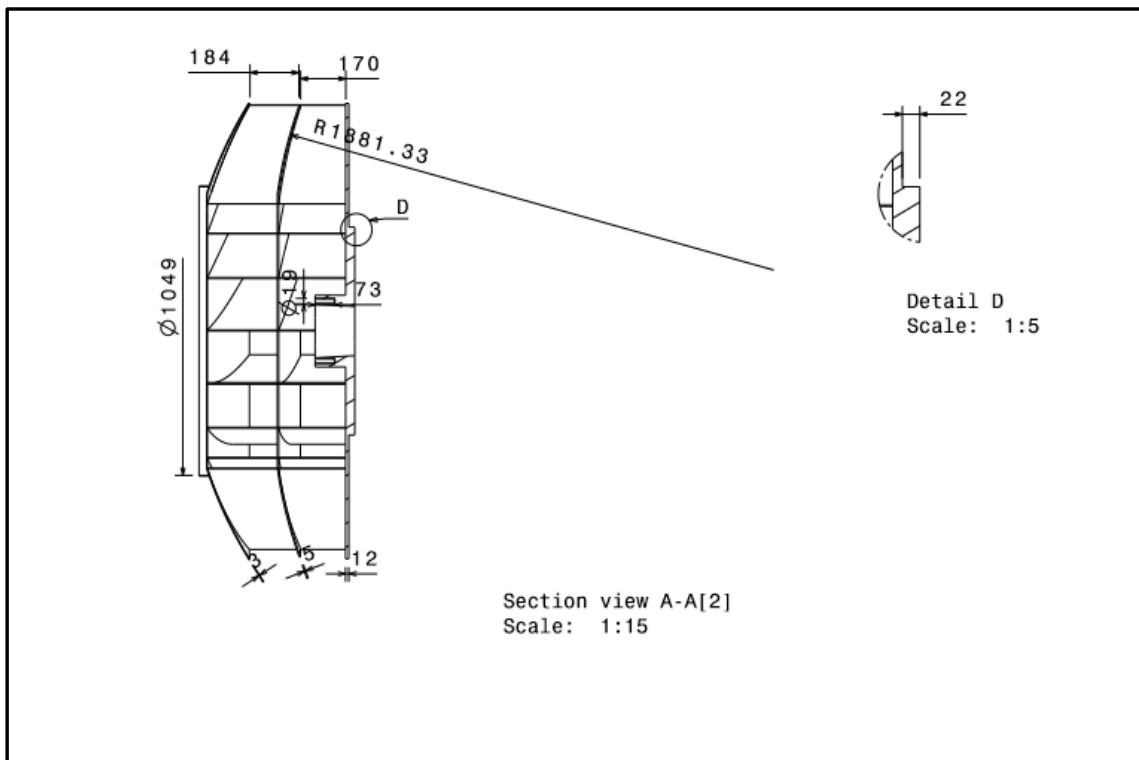


Figura: A.2 Plano de VTI centro

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO A-3

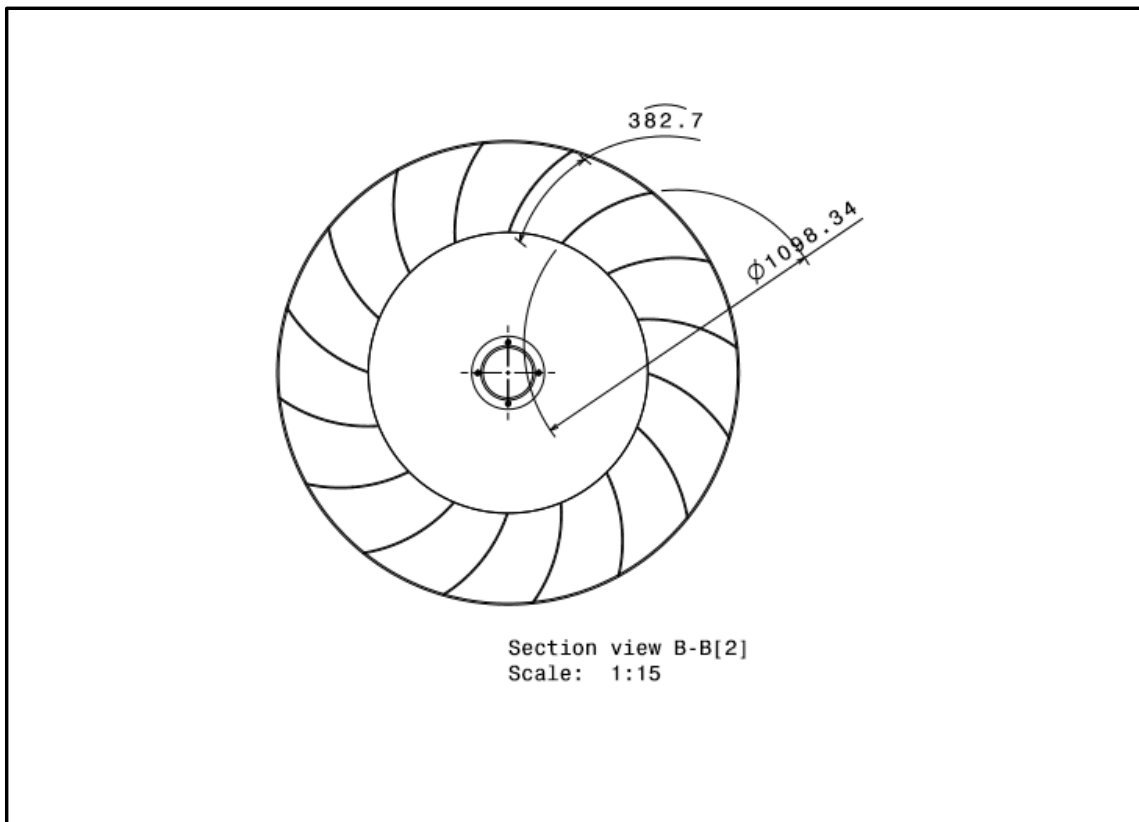



Figura: A.3 Plano de VTI centro

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B

ANEXO B-2

	MANTENCIÓN MECÁNICA
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE	
	Página 2 de 8 LPIP-MMEC-OPE/100.005.00

1. INTRODUCCIÓN A LA TAREA.

El procedimiento a continuación descrito, explica los pasos necesarios para la realización de la tarea de cambio de rodamientos de rodillos a rótula sobre manguito de fijación para la planta LP Lautaro

A. Charla preventiva:

Charla de introducción a la seguridad y salud ocupacional en la realización de tareas de mantenimiento.

1. Uso de elementos de protección personal.
2. Confeccionar análisis de trabajo seguro (ATS).
3. Procedimiento de bloqueo (lock –out).
4. Limpieza en el lugar de trabajo antes y después.


B. Descripción de la tarea:

1. Primeramente se debe efectuar el procedimiento de lock – out del equipo donde se ha de intervenir para el cambio de rodamiento.
2. Se debe realizar un análisis de trabajo seguro, identificando todos los posibles riesgos asociados a la labor de un cambio de rodamiento.
3. Se hace una exhaustiva limpieza de la zona dejándola libre de polvo o cualquier elemento contaminante y un lugar seco ojala sin humedad.

Figura: B.2 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B-3


	MANTENCIÓN MECÁNICA
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE	
	Página 3 de 8
LP/P-MMEC-OPE/100.005.00	

4. Se recomienda tener todas las herramientas, piezas y equipos a mano, evitándose así pérdidas de tiempo por ir a buscar una herramienta. También tener claro el orden en que van puestos los elementos. Al final se detallan las herramientas a utilizar.
5. Se empiezan a hacer las maniobras, se comienza quitando la protección de seguridad del eje y la protección de seguridad de las poleas.
6. Se procede a remover el polvo acumulado en las poleas del motor y eje del ventilador, y se toma la distancia en la que se encuentra la posición de la polea.
7. Se empieza a soltar los pernos del cono de fijación, y se procede a desmontar la polea del eje ventilador, dejándola en el piso en un lugar donde no pueda estorbar.
8. Se realiza un marcaje de la posición de los soportes para luego sacar los pernos de sujeción de las tapas.
9. Antes de quitarlos se mide la distancia de donde se encuentran ubicados con respecto al extremo libre del eje. Luego se empiezan a quitar los rodamientos.
10. Para empezar a quitar los rodamientos, dentro de las primeras cosas que se deben ejecutar es soltar el manguito de fijación, nunca empiece a tratar de quitar el rodamiento con el manguito trabado con la arandela de retención (seguro) sino podría rayar el eje.
11. Se le quita el seguro de la arandela de retención y se empieza a desatornillar la tuerca de seguridad hasta que salga en su totalidad, luego se comienza a desmontar el rodamiento golpeando la cubeta interior del rodamiento para poder soltarlo.
12. Estando el rodamiento y manguito de fijación fuera, teniendo medido las posiciones en que se encontraban, se debe limpiar el eje.

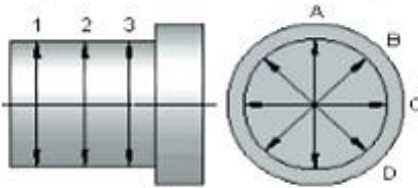
Figura: B.3 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

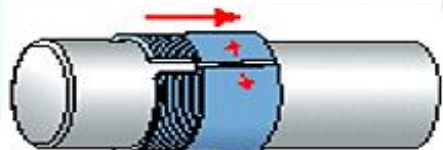
ANEXO B-4

	MANTENCIÓN MECÁNICA
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE	
Página 4 de 8	
LP/P-MMEC-OPE/100.005.00	

13. Estando el eje limpio se verifica que el eje este en buenas condiciones, midiéndose con micrómetro en dos o tres planos.



14. Se cambian todos los elementos por piezas nuevas según las designaciones del rodamiento y manguito propias del equipo anexados al final del documento.




15. Para facilitar la colocación del manguito en el eje, se puede abrirla introduciendo un destornillador en el rasgo (ranura) y después desplazarlo para su posición correcta en el eje.

16. Se saca el rodamiento de su envase (nunca debe sacarlo antes de uso) se remueve el aceite protector del agujero y diámetro externo del rodamiento, montándose sobre el manguito sin forzarlo.

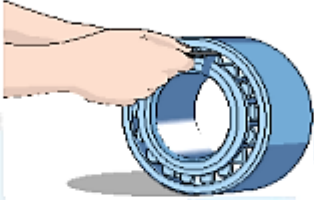
Figura: B.4 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B-5

	MANTENCIÓN MECÁNICA	
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE		
	Página 5 de 8	LP/P-MMEC-OPE/100.005.00

17. Se utiliza un calibrador (Feller) y se mide el juego inicial que trae el rodamiento de fábrica existente entre la cubeta exterior y elemento rodante del rodamiento, esta medida debe estar establecidas entre los rangos dados por los catálogos del fabricante. Medir en parte superior y luego en parte inferior.



18. Teniendo la medida inicial se efectúa el cálculo de reducción de juego radial interno del rodamiento, el cual viene dado por tabla en cualquier catálogo de rodamientos.

19. Lubricar la rosca y el lado de la tuerca que tendrá contacto con el rodamiento usando grasa u otro lubricante. Atornillar la tuerca en el manguito (sin la arandela de traba) hasta que se perciba que el rodamiento está bien puesto. Con una llave de gancho apropiada (nunca martillo) dar el apriete en la tuerca controlando constantemente la reducción del juego necesario para que se alcance el juego apropiado, determinado por catálogo. Estar atento a que el manguito no gire sobre el eje durante el apriete.

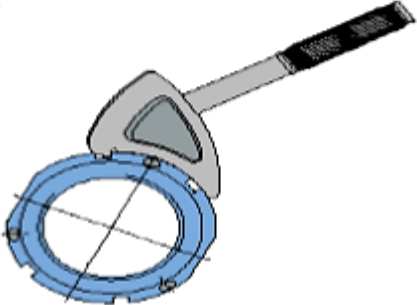



Figura: B.5 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B-6

	MANTENCIÓN MECÁNICA	
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE		
	Página 6 de 8	LP/P-MMEC-OPE/100.005.00

20. Retirar la tuerca y solamente después colocar la Arandela de retención. Apretar la tuerca de fijación con firmeza utilizando una Llave de Gancho. Alinear la lengüeta más próxima de la tuerca con el diente de la arandela y con la ayuda de un punzón trabar la lengüeta.

21. Asegurarse que el eje o anillo externo puede ser girado sin problemas.

22. Se empieza con el proceso de lubricación de los rodamientos, este paso es muy importante ya que si no realizamos como corresponde, podríamos a ruinar el trabajo y los componentes, se debe presionar la grasa sobre los canastillos del rodamientos introduciendo ésta por el interior del rodamientos, la grasa aplicada no debe ser más que un tercio de la capacidad del soporte.

23. Se verifica la posición de los descansos y el eje con rodete en su posición inicial y se aprietan pernos y fijación de soportes y tapas de soporte con llave de torque (350 lb/pie)

24. Luego se instala polea conducida del eje ventilador con sus respectivas correas de transmisión previamente alineada con un equipo de alineación laser, y se termina colocando las protecciones en el eje y transmisión.

25. Se efectúa una inspección visual de la zona de trabajo, verificando que no quede ninguna herramienta u elementos reemplazados.

26. Se informa a operador y departamento de mantención que se haga una prueba de funcionamiento del o los rodamientos instalados, verificándose con análisis vibratorio sus condiciones. Para esto se quita el lock – out del o los equipos involucrados.

Figura: B.6 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B-7



	MANTENCIÓN MECÁNICA
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO DE RODAMIENTOS DE RODILLO A ROTULA DE VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO LINEA DE SECADO CENTRO Y SUPERFICIE	
Página 7 de 8	
LP/P-MMEC-OPE/100.005.00	

Tabla 4

Radial internal clearance of spherical roller bearings with a tapered bore



Bore diameter d	Over	Incl.	Radial internal clearance C2		Normal		C3		C4		C5		
			min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
		mm										µm	
24	30		20	30	30	40	4,0	5,5	5,5	7,5	-	-	
30	40		15	25	25	30	5,0	6,5	6,5	8,5	8,5	10,5	
40	50		10	15	15	20	6,0	8,0	8,0	10,0	10,0	13,0	
50	65		10	15	15	20	7,5	9,5	9,5	12,0	12,0	16,0	
65	80		10	15	15	20	9,5	12,0	12,0	15,0	15,0	20,0	
80	100		15	20	20	30	11,0	14,0	14,0	18,0	18,0	23,0	
100	120		15	20	20	30	13,5	17,0	17,0	22,0	22,0	28,0	
120	140		20	25	25	35	16,0	20,0	20,0	26,0	26,0	33,0	
140	160		20	25	25	35	18,0	23,0	23,0	30,0	30,0	38,0	

- Montaje: Reducción JRI (Pág. 711)

- Mínimo 0,075mm

- Máximo 0,100mm

- Cálculo: En el Montaje

JRI máximo= [JRI real medido - Red. JRI mínima] = [X - 0,075]

JRI mínimo= [JRI real medido - Red. JRI máxima] = [X - 0,100]

Figura: B.7 Imagen de procedimiento de montaje de rodamiento

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO C

ANEXO C-1

GRÁFICOS TERMO GRÁFICOS DE VENTILADOR

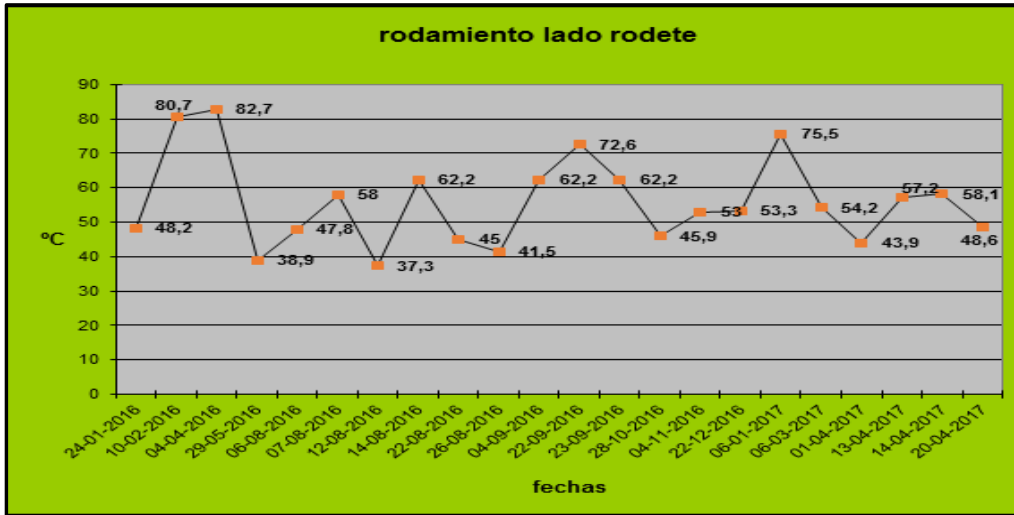


Figura: C.1 Grafico termo gráfico de rodamiento lado rodete

Fuente: Elaboración Propia

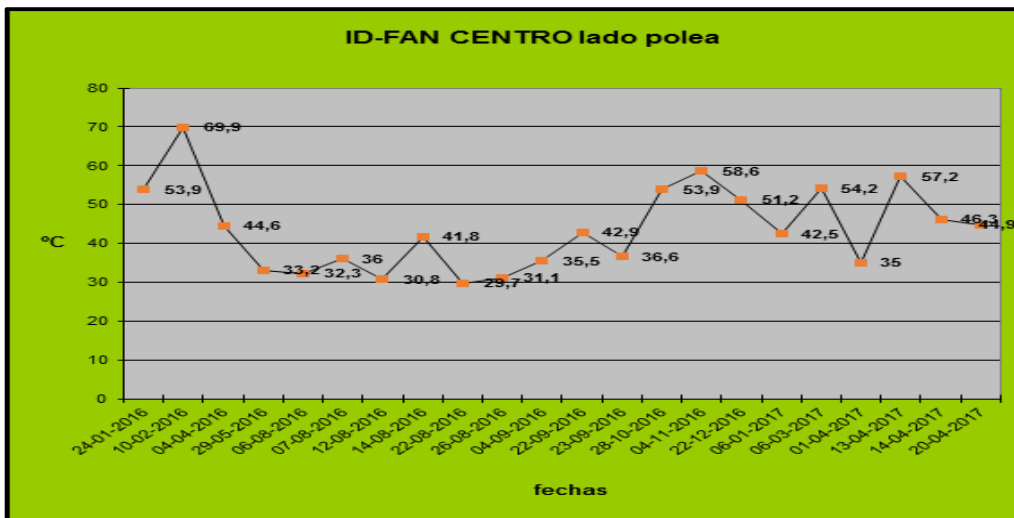


Figura: C.2 Imagen termo gráfica de rodamiento lado polea

Fuente: Elaboración Propia

