

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL MECANIZADO DE LOS
CILINDROS EN LOS TORNOS 300 Y 450 DEL TALLER DE CILINDROS DE
LAMINACIÓN EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RIO**

CESAR LEONARDO MEJÍA TARAZONA



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
TUNJA
2019**

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL MECANIZADO DE LOS
CILINDROS EN LOS TORNOS 300 Y 450 DEL TALLER DE CILINDROS DE
LAMINACIÓN EN LA EMPRESA ACERÍAS PAZ DEL RIO.**

CESAR LEONARDO MEJÍA TARAZONA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero mecánico**

**Director:
ING. LUIS ALEJANDRO ROJAS FONSECA**

**Director Académico:
ING. CARLOS ANDRÉS AGUIRRE RODRÍGUEZ**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
TUNJA
2019**

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Duitama, junio de 2019

Dedicatoria

A Dios por darme la vida, ser mi guía en cada paso que doy y fortalecer e iluminar mi mente durante todo el proceso académico.

A mi madre Concepción Tarazona Rodríguez, por sus buenos consejos principios y valores, herramientas que permitieron culminar exitosamente mi estudio.

A mi padre Publio Cesar Mejía Castañeda quien ha puesto su confianza en mi trabajo y me motivo para seguir adelante en estos años de preparación profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional, quienes han estado dándome una voz de aliento en los momentos difíciles y contribuyeron en los logros obtenidos.

Agradecimientos

Doy mis más sinceros agradecimientos a:

Ingeniero Carlos Andrés Aguirre Rodríguez, como mi tutor de proyecto, excelente profesional y persona que con su gran conocimiento, experiencia y colaboración se logró la realización de este trabajo.

Ingeniero Luis Alejandro Rojas Fonseca Facilitador de taller de laminación Acerías Paz Del Rio por su respaldo, confianza y la oportunidad que me dio para ejecutar las actividades de mejoramiento en la operación de los tornos del taller de laminación.

Supervisor del taller de cilindros Henry Giraldo, por su orientación eficaz y asesoría oportuna para el desarrollo del proyecto.

Trabajadores por su colaboración y disposición durante el tiempo requerido en la elaboración del proyecto.

Universidad y los docentes por brindarme conocimientos que me permitieron la formación ética y profesional y a todos aquellos que de una u otra forma han contribuido para que mis sueños se hagan realidad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. EMPRESA ACERÍAS PAZ DE RIO S.A.	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN	17
4 OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. MARCO TEÓRICO	19
5.1 GESTIÓN DE LOS PROCESOS	19
5.2 ESTANDARIZACIÓN DE UN PROCESO	19
5.3 LAMINACIÓN	20
5.4 MANTENIMIENTO	22
6. METODOLOGÍA	24
7. RESULTADOS	25
7.1 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS LLEVADOS A CABO EN EL TALLER DE CILINDROS	25
7.1.1 Lista de chequeo	25
7.1.2 Seguimiento y diagnóstico de los procesos	27
7.1.3 Patrón operacional “operación torno 300 y 450”	33
7.2 CREACIÓN DEL PATRÓN OPERACIONAL	34
7.3 CAPACITACIÓN ACERCA DEL PATRÓN OPERACIONAL A LOS TRABAJADORES	35
7.4 DISEÑO DE LA HOJA DE PROCESO	36
7.4.1 Creación de la hoja de proceso	36
7.4.2 Secciones y parámetros de la hoja de proceso	40
7.4.3 Implementación de la hoja de proceso	43

7.5 EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DEL TALLER DE CILINDROS LAMINACIÓN TORNOS 300 Y 450.	44
7.6 ANÁLISIS DE GRAFICAS DE INDISPONIBILIDAD DEL TALLER DE CILINDROS AÑO 2019	50
7.7 COMPARACIÓN DE GRAFICAS DE INDISPONIBILIDAD DEL TALLER DE CILINDROS MES DE SEPTIEMBRE DE 2018 CON EL MES DE FEBRERO DE 2019	54
CONCLUSIONES	56
ANEXOS	59

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Diagrama de Pareto de paradas en los talleres de herramientas y guías junio 2018 tren Morgan	16
Figura 2. Diagrama de Pareto de paradas en los talleres de cilindros y herramientas junio 2018 tren 450	16
Figura 3. Diagrama proceso de laminación	20
Figura 4. Proceso de laminación tren laminador 1100	21
Figura 5. Lista de chequeo torno 300 - 450	26
Figura 6. Torno 450	27
Figura 7. Izaje de los cilindros a rectificar	28
Figura 8. Distancia entre lunetas	28
Figura 9. Montaje del cilindro al torno	29
Figura 10. Ajustes entre chumaceras y cojinetes	30
Figura 11. Ajuste de lunetas	30
Figura 12. Acoplamiento del torno al cilindro	31
Figura 13. Herramienta de corte.	31
Figura 14. Desbaste de Tabla.	32
Figura 15. Verificación de canales del cilindro.	32
Figura 16. Capacitación patrón operacional "operación torno 300 y 450"	36
Figura 17. Diligenciamiento de la lista de chequeo torno 450.	37
Figura 18. Verificación de las canales a rectificar	38
Figura 19. Desbaste de canales	39
Figura 20. Afilado de herramienta de corte con el uso del esmeril	39
Figura 21. Montaje de los cilindros para alineación de canales.	40
Figura 22. Ficha Técnica torno 300 y 450.	45
Figura 23. Retiro de dispositivo medidor de aceite del torno 300.	46
Figura 24. Retiro de dispositivo medidor de aceite del torno 450	46
Figura 25. Extracción de aceite torno 300	47
Figura 26. Extracción de aceite torno 450.	47
Figura 27. Llenado del recipiente con el aceite torno 300.	48
Figura 28. Llenado del recipiente con aceite torno 450	48
Figura 29. Muestras de aceite de los tornos 450 y 300.	49
Figura 30. Indisponibilidad taller de cilindro tren Morgan mes enero 2019.	51
Figura 31. Indisponibilidad taller de cilindro tren Morgan mes febrero 2019.	52
Figura 32. Indisponibilidad taller de cilindro tren 450 mes enero 2019.	53
Figura 33. Indisponibilidad taller de cilindro tren 450 mes Febrero 2019.	54
Figura 34. Indisponibilidad taller de cilindros mes de septiembre 2018	55
Figura 35. Indisponibilidad taller de cilindros mes de febrero 2019	55
Figura 36. Medidas entre lunetas	62

Figura 37. Ajuste de pernos de luneta	62
Figura 38. Montaje del cilindro en las lunetas	63
Figura 39. Acoplamiento del cilindro	63
Figura 40. Ajuste lateral de los cojinetes	64
Figura 41. Verificación alabeo radial (0.04mm)	64
Figura 42. Verificación alabeo axial (0.04mm)	64
Figura 43. Verificación del estado de la plantilla	65
Figura 44. Supervisar canales terminadas	66
Figura 45. Montaje de los cilindros para alineación de canales	67
Figura 46. Inspección de cilindro con tintas penetrantes	67

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Especificación del torno 450.	41
Tabla 2. Especificación del torno 300.	41

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Patrón operacional Operación Torno 300 y 450	59
Anexo B. Hoja de proceso parte 1	69
Anexo C. Informe de análisis de aceite torno 300.	71
Anexo D. Informe de análisis de aceite torno 450.	72

RESUMEN

Se realizó un diagnóstico a la operación de los tornos 300 y 450 del taller de cilindros de laminación de la empresa Acerías Paz del Río, para determinar las inconsistencias que se presentaban a la hora de mecanizar o rectificar cilindros y posteriormente su corrección, se vio la necesidad de crear una lista de chequeo para los tornos, con el fin de garantizar unos protocolos de seguridad importantes antes de operar los tornos para evitar accidentes o incidentes del operador y preservar la vida útil del equipo. Durante el diagnóstico realizado se evidenció que los operadores reparaban los cilindros de forma empírica, causando daños en los equipos, pérdida de material y tiempo de productividad, con el fin de evitar estas falencias se diseñó el patrón operacional "operación torno 300 y 450", el cual es un documento que expresa la mejor práctica para realizar un trabajo, con el propósito de optimizar y tecnificar los procesos de mecanizado o rectificado, para estandarizar y garantizar la calidad del producto. Se capacitó a los operadores del taller de cilindros para que se acojan al patrón operacional.

Finalmente se diseñó la hoja de proceso el cual es una hoja de cálculo donde se colocan ciertas variables y mediante el uso de fórmulas nos arroja unos resultados que los convertiremos en parámetros para configurar el torno con el objetivo de mitigar daños en el equipo, herramientas de corte y en la superficie del cilindro a reparar mejorando la forma en que se opera los tornos. Y para culminar con las actividades se realizó una evaluación de los índices de producción del taller de cilindros en cuanto a la operación de los tornos 300 y 450, donde se hizo un mantenimiento predictivo a los tornos como fue el análisis de aceite y para terminar se hizo un análisis a las gráficas de indisponibilidad del taller de cilindros para verificar los resultados obtenidos.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo contiene las actividades que se realizaron durante la pasantía en la empresa Acerías Paz Del Rio, en el sector de laminación, más específicamente en el taller de cilindros, este taller es vital para mantener la producción de los trenes Morgan y 450. Las actividades realizadas se enfocan en mejorar los procesos de mecanizado en los tornos 300 y 450, porque se presentaban defectos en la reparación de los cilindros, lo que causaba paradas en los trenes por generación de cobles (desvío del material), fisuras en los cilindros o desperfectos en la calidad del producto.

Con el fin de reducir las paradas en los trenes 450 y Morgan, causadas por trabajos defectuosos en el taller de cilindros, se realizó un diagnóstico a la operación de los tornos para determinar las inconsistencias que se podían presentar y corregirlas. Entre estas se tiene la creación de una lista de chequeo necesaria para garantizar la seguridad tanto del operador como del equipo, también se creó el patrón operacional “operación torno 300 y 450” para estandarizar medidas, así mismo se implementó la utilización de herramientas certificadas y se tecnificaron los procesos de mecanizado o rectificado. Se capacitó a los operadores para implementar el patrón operacional. Todas estas actividades buscan una mayor eficiencia en la producción y garantizar la calidad del producto.

Otra actividad fue la creación de la hoja de proceso para la optimización de los procesos de mecanizado o rectificado de los cilindros en los tornos 300 y 450, evitando tiempos muertos, mala configuración en los parámetros del equipo y así mitigar daños en los tornos, se realizó un diagnóstico de mantenimiento a los tornos con el fin de garantizar la disponibilidad del equipo y como actividad final, los índices de producción del taller de cilindros laminación tornos 300 y 450 de la empresa acerías Paz del Rio, para verificar los resultados obtenidos mediante el análisis de graficas de indisponibilidad del taller. Las actividades anteriormente mencionadas se hicieron con el fin de reducir las paradas en los trenes, optimizando los trabajos en el taller de cilindros, para mejorar la eficiencia en la producción, garantizando la calidad del producto.

1. EMPRESA ACERÍAS PAZ DE RIO S.A.

De acuerdo al informe anual de la empresa Acerías Paz de Río S.A.¹. En el sector siderúrgico, a nivel mundial se esperaba un crecimiento estimado del 7%, dado por la buena dinámica de las economías desarrolladas. En Colombia, durante el primer semestre de 2017 este sector se vio impactado por la caída de la demanda del acero, esta caída se debió a la disminución de la demanda en el sector vivienda y edificaciones lo cual originó altos niveles de inventario, de competidores e importadores, resultando en bajos precios del acero, impactando de manera significativa los resultados de la Compañía. A partir del segundo semestre la demanda en el sector vivienda mejoró y permitió aumentar precios y mejorar los resultados financieros en comparación con el primer semestre. La Compañía, teniendo en cuenta el entorno macroeconómico, continúa trabajando en la implementación de estrategias que le permitan minimizar los impactos del mercado del acero a través de búsqueda de eficiencias operacionales, control de sus costos fijos, estrategias de gestión de caja y ventas con una propuesta de valor diferenciada a los clientes.

Durante el 2017 se realizó una reorganización societaria en la cual Acerías Paz del Río S.A. absorbió a las sociedades Minas Paz del Río S.A. e Inversiones Paz del Río S.A.S, sin que se presentaran cambios en el patrimonio por efecto de la fusión sin emisión de acciones. Esta reorganización le permitió a la Compañía consolidar la ejecución de las actividades que actualmente desarrolla de manera separada (siderurgia – minería) y se generará mayor eficiencia en sus procesos y economía por un mejor rendimiento de la sociedad unificada.

La empresa Acerías Paz del Río S. A. cuenta con un álbum de productos de laminación plana en donde se caracterizan las imperfecciones internas y externas que afectan la calidad en los productos terminados. Los defectos internos o externos son generados por procedimientos mal efectuados, fallas en los equipos transformadores o incorrectas condiciones de operación, en donde el aspecto superficial e interno de los productos es afectado y no presenta las características deseadas para su aceptación. Las imperfecciones internas se detectan con ensayos de microscopio, macro ataque, inspección con tintas penetrantes y ultrasonido. Los defectos externos se detectan por medio de las inspecciones visuales en donde se pueden observar incrustaciones e impresiones en la superficie de las bandas, rollos o chapas. Entre los defectos externos están la calamina, pajas, incrustaciones, resalte, piel de cocodrilo, superficie averiada, arrugas de laminación, bordes defectuosos, entre otros.

¹ ACERÍAS PAZ DE RÍO, Informe anual. Disponible en <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Accionistas/informacion-relevante/Documents/2018/13.pdf> 2017

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Acerías Paz de Rio produce acero laminado en caliente y elabora alambroón trefilable, barras corrugadas, acero figurado, rollos corrugados, productos de acero que tienen el sello de calidad ICONTEC bajo la norma NTC 2289. En el taller de laminación hay procesos productivos que se desarrollan de manera empírica sin tener indicadores que arrojen niveles de eficiencia y sin tener una secuencia en las operaciones, lo que conlleva a que las operaciones se desarrollen en más tiempo, se presenten desperdicio de materiales y de materia prima y que los productos presenten no conformidades respecto a los estándares exigidos.

Asociado a lo anterior se estableció que la descalificación de productos terminados está por encima de las metas de la empresa, sumado a la baja productividad del área y el aumento de paradas en la línea de producción que van en contravía con los nuevos retos del mercado. Así mismo las variables de productividad y calidad están siendo afectadas por el incumplimiento de los métodos de trabajo, por lo que no hay incremento de tiempos efectivos, se presentan reducciones en el número de toneladas del material procesado por turno y un impacto negativo en la productividad programada.

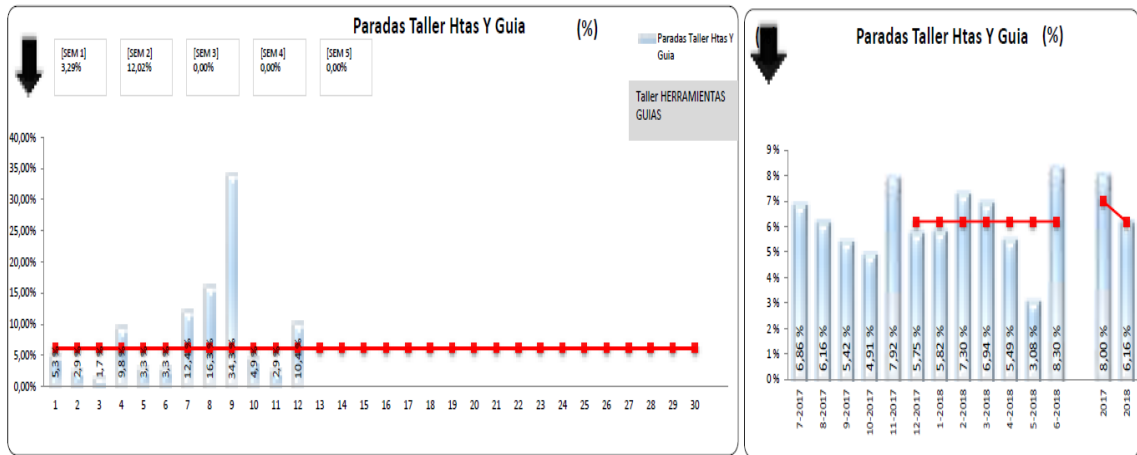
El no tener estandarizados los procesos en el área de laminación de la empresa trae como consecuencia altos costos de producción, disminución de la calidad del producto, pérdida de confianza de los clientes, aumento de producción de chatarra, condiciones inseguras para los trabajadores y pérdidas económicas de la empresa.

Mediante un análisis de datos se obtuvo un diagrama de Pareto, donde se muestra las paradas que ha tenido el tren Morgan a causa de problemas críticos que se presentan en los talleres de herramientas y guías, durante el mes de junio de 2018, como se observa en la Figura 1. Donde se evidencia que la parada más crítica fue el día 9, pero analizando las paradas del año anterior, se puede establecer que se ha reducido el porcentaje de paradas debido a que se lleva un mejor control de los procesos desarrollados en estos talleres.

Se registró un análisis de datos, se obtuvo un diagrama de Pareto, donde se muestra las paradas que ha tenido el tren 450 como se observa en la figura 2, a causa de problemas críticos que se presentan en los talleres de cilindros y herramientas en el mes de junio de 2018, donde se evidencia que la parada más crítica fue el día 8. Por demoras en la entrega de repuestos al tren y comparando con la gráfica de paradas del año anterior, se redujo el porcentaje gracias a la mitigación de problemas que se presentaban en los talleres

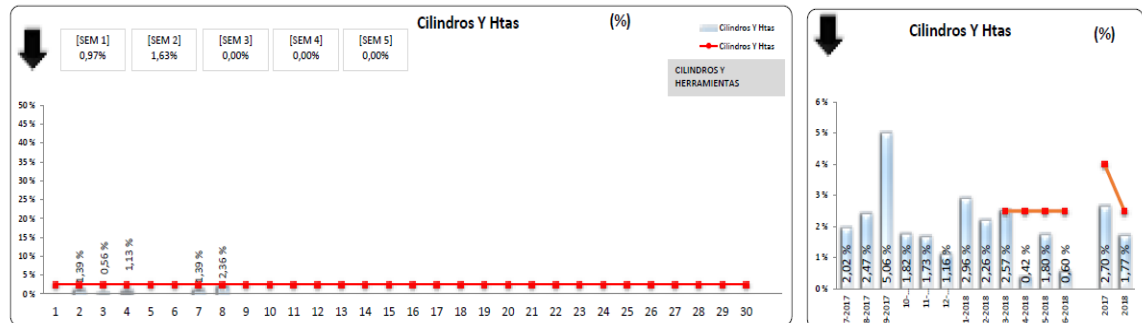
Los diagramas de Pareto se tomaron en el mes de junio de 2018, ya que es el mes más reciente, para hacer análisis y diagnosticar e iniciar con las actividades con el fin de optimizar los procesos para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450 del taller de laminación.

Figura 1. Diagrama de Pareto de paradas en los talleres de herramientas y guías junio 2018 tren Morgan



Fuente: Acerías Paz del Rio, 2018

Figura 2. Diagrama de Pareto de paradas en los talleres de cilindros y herramientas junio 2018 tren 450



Fuente: Acerías Paz del Rio, 2018

Formulación del problema Teniendo en cuenta toda esta problemática se formula la siguiente pregunta: ¿Cómo se pueden estandarizar los procesos para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450 del taller de cilindros de laminación en la empresa Acerías Paz del Rio?

3. JUSTIFICACIÓN

Acerías Paz de Rio requiere adelantar procesos de mejora en la operación de actividades en los talleres de laminación por lo cual debe mejorar los procesos productivos dentro del sistema integrado de gestión de calidad. Es necesario y prioritario que la empresa Acerías Paz de Rio forme parte de los procesos modernos de producción para competir con empresas nacionales e internacionales lo que lleva al control de procesos como punto inicial para incrementar la productividad y rentabilidad.

Se espera que la Empresa Acerías Paz del Rio, mejore su eficiencia en los talleres de laminación gracias a la estandarización de los procesos que se llevan a cabo con la gestión documental mediante su digitación, normalización, edición e impresión conservando un archivo tanto físico como magnético. Se resalta que la protección y manejo de la información de los procesos se hará bajo los enunciados de finalidad, confidencialidad, seguridad y accesibilidad. Se procurará la racionalización y control de la producción documental en atención a la agilidad administrativa.

A nivel personal se espera aplicar los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas como ingeniero mecánico de manera práctica, teniendo en cuenta el recurso humano y productivo.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar los procesos para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450 del taller de cilindros de laminación en la Empresa Acerías Paz del Rio.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico de los procesos llevados a cabo en el taller de cilindros laminación en cuanto al mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450.
- Crear patrón operacional de la “operación Torno 450 y 300”, para estandarizar con el fin de que se cumpla dimensionalmente con el calibrado requerido y diámetros garantizando el rectificado de los cilindros.
- Capacitar a los trabajadores acerca del patrón operacional del taller de cilindros, con el objetivo de que conozcan el documento y se aplique
- Diseñar la hoja de proceso para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450
- Evaluar los índices de producción del taller de cilindros laminación tornos 300 y 450 de la Empresa Acerías Paz del Rio.
- Comparar graficas de indisponibilidad del taller de cilindros del año pasado con el año reciente para verificar los resultados obtenidos con la ejecución de las actividades.

5. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este proyecto es necesario tener claro conceptos como son la gestión de los procesos, estandarización de un proceso, concepto de laminación, mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo que a continuación se presenta:

5.1 GESTIÓN DE LOS PROCESOS

La gestión de los procesos es la forma de administrar unas acciones o pasos de tal forma que garantice un resultado como es analizar los equipos, herramientas, mano de obra entre otras, de tal forma que al ejecutar el desarrollo de un proceso se haga de forma rápida y eficiente.

5.2 ESTANDARIZACIÓN DE UN PROCESO

De acuerdo con Cedillo², un estándar es un parámetro esperable para ciertas circunstancias y es aquello que debe ser seguido en caso de recurrir a algunos tipos de acción. Dado lo anterior el término de estandarización tiene como connotación principal de seguir el proceso estándar a través del cual se tiene que actuar o proceder, de la misma forma se supone la idea de cumplir con reglas, de importante cumplimiento a fin de que se obtengan los resultados esperados y aprobados para la actividad realizada.

La estandarización es entonces un fenómeno mediante el cual los diferentes procesos de fabricación se dirigen hacia un único estilo que predomina, logrando un comportamiento estable que genera productos y servicios con calidad homogénea, bajos costos y a la vez posicionamiento de marca³. La estandarización de un proceso es la idea de optimizar los procesos eliminando todas las actividades innecesarias, y buscar la secuencia más lógica y técnica, con el fin de mantener la tarea lo más sencilla posible, siempre y cuando se asegure el cumplimiento del objetivo.

² CEDILLO LÓPEZ, MJ. Medición del trabajo. Noriega Editores, Capítulo 2. Citado en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4518/1/PI-000753.pdf> 2016

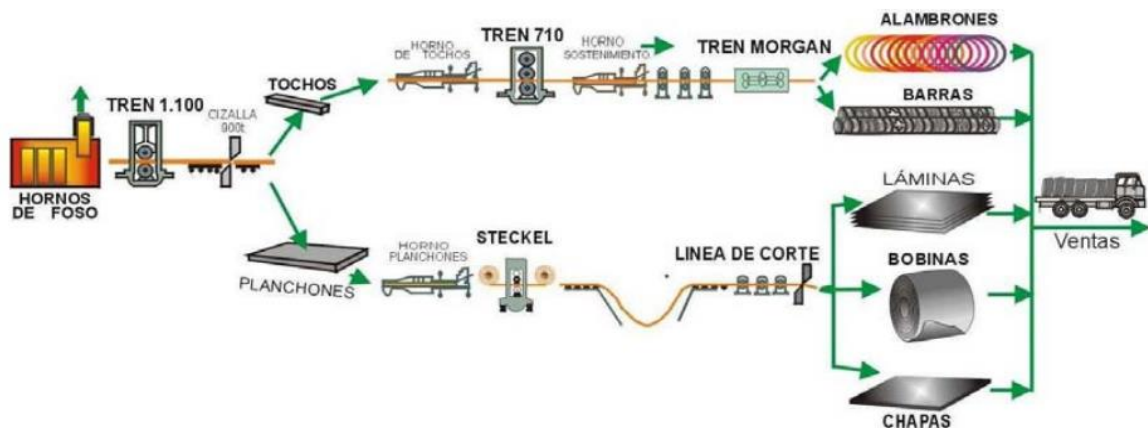
³ AULISO, Roberto., MILES, John Y QUINTILLÁN, Isabel. Revista electrónica FCE. Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones. Universidad Católica. 2017

5.3 LAMINACIÓN

Laminación es un trabajo mecánico para deformar materiales metálicos sin arranque de viruta, que se efectúa arrastrando un material a través de dos cuerpos cilíndricos que giran en el sentido del flujo de material que se está laminando. Bajo dos fuerzas de compresión (Superior e inferior), el material a laminar experimenta un alargamiento en sentido longitudinal, así como un ensanchamiento y con ello una disminución de sección. Cuando la laminación se efectúa a temperaturas por encima de la temperatura de re cristalización se llama laminación en caliente y en caso contrario, laminación en frío. La laminación uniforme de un lingote o una barra solo es posible si en todas las secciones, la masa del mismo tiene la misma temperatura⁴. En las instalaciones de **laminación planos** se encuentra el horno de foso, tren desbastador 1100, laminador steckel para lamina caliente, línea de corte; mientras que en las instalaciones de laminación no planos se encuentra el tren desbastador 710 y el tren Morgan.

Fases del proceso de laminación. Hornos de foso: es el primer proceso y son la llegada de los lingotes procedentes de la planta de Acería. Existe una batería conformada por seis (6) hornos de Foso, cada uno con capacidad de 84 toneladas de lingote. El objeto de esta fase del proceso es permitir la solidificación total del lingote, al tiempo que calentar las zonas superficiales más externas que se han enfriado por debajo de la temperatura de laminación. Véase figura 3.

Figura 3. Diagrama proceso de laminación

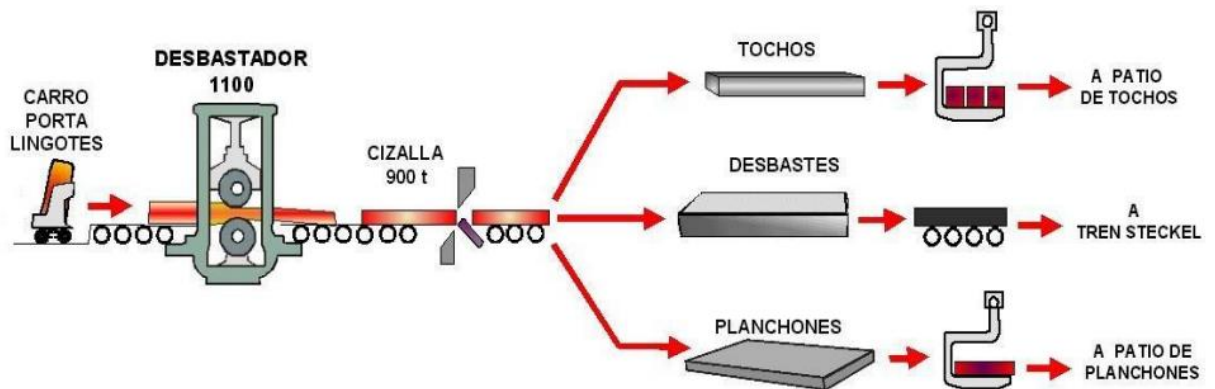


Fuente: Gerencia Acerías Paz del Rio. S.A

⁴ Op Cit. Zambrano

Tren desbastador 1.100: el tren 1.100 es una caja laminadora, tipo dúo reversible, cuyos cilindros son accionados por motores independientes de corriente continua. En el desbastador 1.100 se reducen las dimensiones transversales del lingote (215 x 215 x 220mm) y se aumenta su longitud al pasarlo repetidas veces por entre los cilindros.

Figura 4. Proceso de laminación tren laminador 1100



Fuente: Gerencia Acerías Paz del Rio. S.A

A partir del Tren 1.100, el proceso se divide en dos etapas, dependiendo del producto final:

- a) Laminación Planos: Para la producción de productos planos, tales como bobinas, chapas o láminas.
- b) Laminación No Planos: Para la producción de productos no planos, tales como barras corrugadas y alambrones. Se procesan en las siguientes plantas: Tren 710 y Tren Morgan

El Tren Morgan es un Laminador de Barras de 2 líneas, con 2 bloques terminadores de un sólo hilo, sin torsión (no twist) seguidos por enfriamiento controlado "Stelmor". Tiene capacidad para producir redondos de aceros al carbono y aleados, desde 5,5 mm hasta 14mm de diámetro, en rollos con un peso nominal de 1400kg y barras para refuerzo de concreto desde 6mm hasta 16 milímetros de diámetro⁵

⁵ NAVARRO SOTOMAYOR. Solución de problemas de operación y puesta a punto del circuito de potencia de la cizalla hidráulica de 900 toneladas del tren de laminación 1100 en Acerías Paz Del Rio S.A. Universidad Industrial de Santander.

El tren 450 es un laminador de barra corrugada semicontinuo de tipo abierto, con la capacidad de producir varilla número 5, 6, 7, 8 y 10. A partir de palanquilla de 103 x 103 mm de sección con longitudes de 2700mm, 3400mm o 3700mm proveniente de la acería. Está comprendido por las siguientes áreas:

- **Recepción Corte y Almacenamiento:** Se encuentra un lugar destinado a la recepción, verificación, corte y almacenamiento del material proveniente de la acería.
- **Cargue y Calentamiento:** Comprendida por una mesa galopante y un sistema de empuje para introducir el material ya cortado al horno de calentamiento.
- **Laminado Tren Desbastador:** laminado de desbaste con rodillos de diámetro de 450mm, este grupo de cajas está compuesto por una caja desbastadora tipo trio de 8 pasos, una caja tipo trio de 2 pasos y una tercera caja tipo dúo de un paso.
- **Laminado Tren Intermedio y Finalizador:** Compuesto por 5 cajas laminadoras tipo dúo de un solo paso que usan rodillos con diámetro de 300mm.
- **Mesa de enfriamiento:** Es una mesa de rodillos diagonales de tiro natural donde las barras ya formadas bajan su temperatura.
- **Corte final y Ensayo:** Una cizalla de 200 Toneladas corta las varillas a medida según requerimientos de ventas ya sea a 6m, 9m, o 12m y son agrupadas en paquetes de 2 Toneladas.

El tren de laminación se le llama a los trenes de cada uno de los laminadores de una instalación, se aplica con frecuencia a una sola caja sobre todo si se realiza una operación completa.

5.4 MANTENIMIENTO

Es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de instalaciones, maquinarias o equipos aplicando técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Otra definición de mantenimiento es un conjunto de actividades que debe realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, con el fin de que esté disponible y siga cumpliendo con el servicio para el cual fueron diseñadas, para ello es necesario organizar un equipo de personas que cumplan la responsabilidad de garantizar el proceso productivo.

Mantenimiento Preventivo: Es la programación de inspecciones y verificación, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.⁶

Como concepto general el mantenimiento preventivo es una actividad que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de avería en los equipos, algunas acciones del mantenimiento preventivo son: Ajuste, limpieza, análisis (ensayos no destructivos), lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas etc.

Mantenimiento Correctivo consiste la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos, técnicos necesarios para efectuarlo.⁷ Corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consistente en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Este mantenimiento se realiza luego de que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo.

Mantenimiento Predictivo: Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc. Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos.⁸ Un concepto más claro de mantenimiento predictivo, es la condición más óptima al mantenimiento preventivo de manera que se puede determinar el momento exacto para intervenir un equipo, sin que este sea parado, el mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentales de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición de los equipos, y como objetivo final es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos a un costo bajo.

⁶ GARRIDO, S. *Dirección Estratégica*. Segunda Edición. Editorial Mac Graw Hill. España. 2006

⁷ *Ibíd.*

⁸ *Ibíd.*

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo se aplicaron estrategias de una metodología científica a partir del análisis y consultas bibliográficas e investigaciones en diferentes disciplinas. La información se obtuvo a través de métodos como listas de chequeo que permitió la familiarización con las condiciones de trabajo, el proceso, los equipos y materiales que se manejan y el diseño de formatos con sus instructivos. A continuación, se presentan los pasos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del trabajo.

El primer paso fue la realización del diagnóstico de los procesos llevados a cabo en el taller de cilindros de laminación en cuanto al mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450, esto se hizo con el fin de verificar cuales inconsistencias se presentaban durante el mecanizado y rectificado de cilindros.

Para cambiar las condiciones inseguras como son herramientas mal afiladas, malos procedimientos en el montaje del cilindro al torno y dimensiones fuera de norma se hace el segundo paso que fue la creación del patrón operacional para la "operación de los Tornos 450 y 300", con el fin de que se cumpla dimensionalmente con el calibrado requerido y diámetros, garantizando el rectificado de los cilindros.

El tercer paso fue la capacitación acerca del patrón operacional a los trabajadores del taller de cilindros, con el objetivo de que conozcan el documento, se estandarice y se aplique para mejorar la calidad de los cilindros reparados.

El cuarto paso fue diseñar la hoja de proceso para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450, el cual es un archivo informativo donde se recogen los datos o parámetros necesarios para el mecanizado del cilindro, con el fin de llevar una secuencia del trabajo, para garantizar la calidad del producto reparado y reducir tiempos.

El quinto paso fue identificar los índices de gestión para el mecanizado de los cilindros en los tornos 300 y 450. En este caso se hizo un mantenimiento predictivo a los tornos ya que son vitales para que este en constante funcionamiento los trenes.

Finalmente, el sexto paso fue la evaluación de los índices de producción del taller de cilindros laminación tornos 300 y 450 de la empresa Acerías Paz del Rio, mediante el uso de graficas de indisponibilidad del taller de cilindros con el fin de mirar cuales fueron los resultados obtenidos.

7. RESULTADOS

7.1 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS LLEVADOS A CABO EN EL TALLER DE CILINDROS

En el taller de laminación la mayoría de procesos se desarrollaban de manera empírica de tal forma que no se podía garantizar una secuencia en las operaciones lo que conllevaba a que se presentaran retrasos en los trabajos, pérdidas de material, baja calidad en el producto, baja productividad del área y el aumento de paradas en la línea de producción.


7.1.1 Lista de chequeo

Para diagnosticar los procesos desarrollados en el taller de cilindros de laminación se realizó un análisis a las actividades llevadas a cabo en el taller durante la reparación de los cilindros en los tornos 300 y 450. Este es un trabajo fundamental para que funcionen en óptimas condiciones los trenes Morgan y 450.

Para iniciar el diagnóstico se realizó una reunión con el supervisor del taller de cilindros donde se explicaron los procesos que se realizan en el taller. El objetivo de esta reunión fue mirar la forma de optimizar los trabajos que se ejecutan en este taller. Se observó que el trabajo primordial que se ejecuta en el taller de cilindros es el rectificado y mecanizado de los cilindros convencionales, para los trenes Morgan y 450 por tal motivo se enfocó en mejorar los procesos en estos tornos.

Para mejorar la operación de los tornos 300 y 450 se hizo un seguimiento a los trabajos donde faltaba una lista de chequeo, ya que es muy importante hacer una serie de actividades antes de operar los tornos, para así evitar accidentes o incidentes durante el rectificado o mecanizado de los cilindros. Se procede a desarrollar una lista de chequeo donde se analizan los componentes eléctricos, mecánicos, el estado físico de los equipos, los elementos de protección personal, algunas observaciones generales, etc. (Véase figura 5).

Figura 5. Lista de chequeo torno 300 - 450

	VSPDR		Código:	
	Documento de Datos		Revisión:	
	Título: LISTA DE CHEQUEO TORNO 300 - 450		Área:	Talleres Laminación
		Páginas:		1 de 1

NOMBRE:			NOMBRE:		
FECHA DESDE:			FECHA HASTA:		

ÍTEM	TURNO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
		¿Estado del interruptor y cables de energía?	1 2												
¿Estado del acople del motor?	1 2														
¿Guardas de acople del motor instaladas?	1 2														
¿Funcionamiento de las botoneras?	1 2														
¿Nivel de aceite de la caja de piñones?	1 2														
¿Funcionamiento de alargadera y acoples?	1 2														
¿Elementos de protección personal? (gafas, guantes, casco, botas, etc.)	1 2														
¿Piso uniforme y no resbaloso?	1 2														
¿Iluminación en el área de trabajo y limpieza?	1 2														
¿Prueba de encendido del torno?	1 2														
¿Funcionamiento bomba de lubricación de aceite?	1 2														
¿Funcionamiento del motor de caja de velocidades?	1 2														
¿Funcionamiento del motor de caja de avance?	1 2														
¿Posicionamiento adecuado del volante de cambios de velocidades?	1 2														
¿Posicionamiento del trinquete de avance longitudinal y horquilla?	1 2														
¿Revisión de tornillo patrón sin elementos extraños?	1 2														

Fuera de Servicio: SI NO

NOTA IMPORTANTE: La inspección lista de chequeo debe realizarse ÚNICAMENTE el OPERADOR del equipo. En caso de necesitar ayuda adicional debe informarle a su JEFE INMEDIATO quien tomará la decisión más segura.

OBSERVACIONES GENERALES:

CONTROL

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
----------------	---------------	---------------

Fuente: Autor (2018).

Con esta herramienta se mejoró la condición del trabajo evitando accidentes de los operadores en los tornos y daños imprevistos en el equipo, está lista de chequeo debe ser diligenciada por el operador antes de iniciar el trabajo y si se encuentra alguna anomalía se debe informar al jefe inmediato para realizar la corrección pertinente. Después de hacer la lista de chequeo se verificó que los operadores utilizaran los elementos de protección personal (EPP) adecuados para la operación de los tornos y que las herramientas fueran las apropiadas y no las herramientas “hechizas” que se utilizaban antes, ya que esto puede causar accidentes. Finalmente se analizó la ergonomía del puesto de trabajo, para evitar lesiones en los trabajadores por no usar la postura correcta. También se estandarizaron las medidas de las lunetas, que son los apoyos del cilindro cuando se están rectificando o mecanizando y se empezó a utilizar las tolerancias geométricas para tener un buen acabado geométrico en el mecanizado de los cilindros.

7.1.2 Seguimiento y diagnóstico de los procesos

Para hacer el diagnóstico de los procesos del taller, se supervisaron los trabajos, por medio de un seguimiento al mecanizado y rectificado de los cilindros mediante figuras como se muestra en las figuras 6 a 15 y revisando las posibles fallas que los operadores puedan tener a la hora de preparar o ejecutar un proceso. La figura 6 muestra el torno 450 donde se mecanizan los cilindros del tren Morgan, este torno es más grande que el torno 300, el torno 300 mecaniza cilindros del tren 450. En el tren Morgan se produce Alambrón mientras que en el tren 450 se produce varilla.

Figura 6. Torno 450



Fuente: Autor

Algunos ejemplos que se pudieron observar son; el uso de eslingas en mal estado para izar los cilindros en la zona de almacenamiento antes de su montaje en el torno (véase figura 7), no utilizar los vientos para dirigir la carga, herramientas de corte mal afilados, entre otros. Las cuales son condiciones inseguras que puede afectar al operador y causarle un accidente o incidente.

Figura 7. Izaje de los cilindros a rectificar



Fuente: Autor

Entre los procesos que se evaluaron están la estandarización de la posición de las lunetas a lo largo del cilindro, usando los cuellos como puntos de apoyo para el proceso de mecanizado, como se evidencia en la figura 8. Ya que anteriormente estas medidas variaban entre operario y operario, con este estudio se busca definir unas medidas estandarizadas para ubicar las lunetas y así garantizar un correcto trabajo.

Figura 8. Distancia entre lunetas



Fuente: Autor

En la figura 9 se evidencia el montaje del cilindro, para realizar bien esta labor se deben verificar las distancias entre lunetas, las cuales son los puntos de apoyo donde van los cuellos del cilindro, estas lunetas son los soportes que tiene el torno para apoyar el cuello de cilindro estas son ajustables dependiendo de la longitud del cilindro a mecanizar, se deben limpiar bien los cuellos y verificar que las chumaceras y cojinetes este bien lubricados para evitar rayones en el cuello del cilindro durante el mecanizado.

Figura 9. Montaje del cilindro al torno



Luneta

Fuente: Autor

En la figura 10 se muestran los ajustes que se hacían entre la chumacera y los cojinetes para evitar que el cilindro tenga un movimiento axial y radial de tal forma que al mecanizar o rectificar canales, estos quedarán hechos correctamente.

Nota: los tornos 450 y 300 son tornos paralelos convencionales, estos tornos son muy antiguos fueron fabricados en 1962 en Francia

Figura 10. Ajustes entre chumaceras y cojinetes



Fuente: Autor.

La figura 11 muestra los ajustes que se hacen en la luneta para que al momento de acoplar el cilindro al motor del torno se pueda verificar las tolerancias geométricas para garantizar las dimensiones requeridas durante el mecanizado del cilindro

Figura 11. Ajuste de lunetas



Fuente: Autor

La Figura 12 muestra el montaje de alargadera y acople para transmitir el movimiento del motor del torno al cuello del cilindro, para iniciar el respectivo desbaste de la tabla del cilindro

Figura 12. Acoplamiento del torno al cilindro



Fuente: Autor

En la Figura 13 se muestran las herramientas de desbaste, que se utilizan para mecanizar el cilindro, en este se utiliza una herramienta con inserto de carburo de tungsteno que sirve para desbastar la tabla y la otra herramienta que tiene la forma de la plantilla o galga para hacer las canales correspondientes.

Figura 13. Herramienta de corte.



Fuente: Autor

En la figura 14 se muestra el primer desbaste que se le hace a la tabla del cilindro para quitar el óxido e impurezas, en caso de que el cilindro presente fisuras se debe seguir desbastando hasta eliminar fisura.

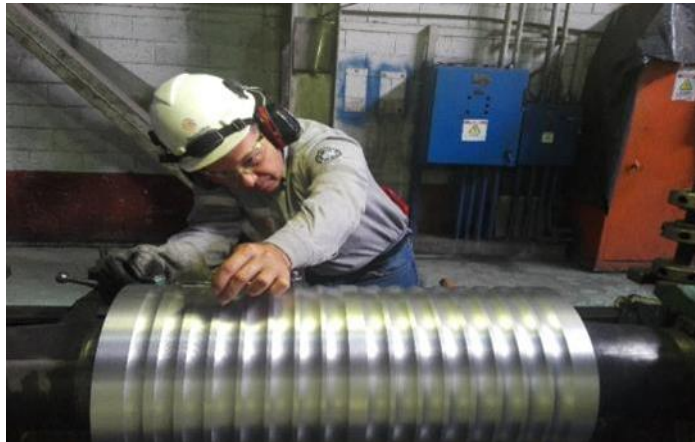
Figura 14. Desbaste de Tabla.



Fuente: Autor

En la Figura 15 se muestra el cilindro totalmente mecanizado y se evidencia al operador del torno verificando cada canal para garantizar que el trabajo cumple con las dimensiones requeridas mediante el uso de una plantilla (galga).

Figura 15. Verificación de canales del cilindro.



Fuente: Autor

El objetivo final del diagnóstico fue revisar todo el procedimiento que hacen los operadores en los tornos y se evidenció que se utilizaban herramientas inapropiadas, no se tenían clara las medidas que se utilizan en las lunetas del torno y esto causó que los trabajos no quedaran con las medidas indicadas. Así mismo los trabajadores no hacían los procesos técnicamente lo cual generaba muchas falencias y los trabajos no se entregaban con una buena calidad.

Una vez que se hizo el diagnóstico a todo el proceso de operación de los tornos 300 y 450, se vio la necesidad de crear un instrumento para estandarizar el trabajo que se hacía de forma empírica, ya que se presentaban irregularidades en los trabajos. Los operadores hacían los trabajos de formas diferentes, utilizando herramientas inapropiadas y no cumplían con las dimensiones y calibrado del cilindro, por esta razón se optó por mejorar la operación de los tornos mediante el uso del patrón operacional.

7.1.3 Patrón operacional “operación torno 300 y 450”

Para crear un patrón operacional lo primero que se debe saber es ¿qué es?

Un patrón operacional es un documento donde se describe la mejor forma de ejecutar un trabajo, es una plantilla que la empresa aporta y consta de 4 partes las cuales se describen a continuación.

La primera parte del patrón operacional son las condiciones necesarias donde se hace un listado de los materiales y equipos que se van a utilizar para la actividad, enseguida se hace un listado de los elementos de protección personal (EPP), se analizan los riesgos de salud y seguridad donde se deben identificar todos los riesgos reales y potenciales a los que se va a exponer el colaborador y/o grupo de colaboradores, para ejecutar el patrón operacional. Entre otros factores de riesgo tales como Físico, químicos, biológico, psicosocial etc.

La segunda parte es la descripción de las actividades, el cual es un texto que lleva una secuencia, este texto debe ser claro, conciso, preciso, fácil de comprender se deben utilizar los verbos en infinitivo, dado el caso se utilizan fotografías, diagramas, planos, gráficos y demás que permitan dar claridad a la actividad por cumplir.

La tercera parte son los resultados esperados, en esta parte se debe dar respuesta a la pregunta, cuál es el objetivo que persigue el patrón operacional. En ciertas ocasiones son varios los objetivos, la redacción debe ser corta, clara, precisa y concisa.

Y la última parte es la acción inmediata para corrección donde el supervisor en conjunto con el grupo de trabajo debe identificar las probables anomalías que se presenten en la ejecución del patrón operacional, sus posibles causas, así como también las soluciones inmediatas a implementar. Estos planes de acción deben ser inmediatos y obedecer a criterios de eficiencia y eficacia, el patrón operacional debe garantizar la operación normal de los procesos

De acuerdo a lo anterior, el patrón operacional es una plantilla que entrega la empresa para estandarizar tareas o trabajos rutinarios que sean críticos que

afecte fuertemente la calidad, costo, producción o simplemente es de difícil ejecución en visión de los coordinadores y/o supervisores.

Por este motivo, para mejorar la producción de los trenes Morgan y 450 se empezó con la creación del patrón operacional “operación torno 300 y 450” ya que es un trabajo indispensable para los dos trenes el objetivo de crear este patrón es estandarizarlo y que todos los operadores cumplan con este documento para que los cilindros que se rectifican o mecanizan tengan las dimensionales correctas para entregar un producto de calidad y así evitar parada en los trenes por defectos en el producto.

7.2 CREACIÓN DEL PATRÓN OPERACIONAL

Para crear el patrón operacional se hizo en un borrador, un listado de los materiales y equipos que se necesitan a la hora de operar los tornos para mecanizar los cilindros, también un listado de los elementos de protección personal, en cuanto a salud y seguridad se analizaron los posibles riesgos que el trabajador puede presentar durante la ejecución y su control para mitigar que se presente un accidente. Después se analizó el medio ambiente para revisar que impactos negativos se presentan durante la ejecución de la actividad y como atenuarlo, enseguida viene la descripción de las actividades donde se redacta el paso a paso de como ejecutar la labor de manera correcta, luego viene los resultados esperados y por último la acción inmediata para corrección como son las anomalías, posibles causas y la solución (**véase Anexo 1**, está en la página 58). Este borrador se hizo con la ayuda de los trabajadores y el supervisor del taller de cilindros.

Diseño del patrón operacional. Teniendo el borrador se hizo un seguimiento a la operación de los tornos 300 y 450, observando como lo ejecutaban los operarios, corrigiendo la redacción de tal forma que al leer el patrón operacional se pueda comprender, se tomaron fotos para ir alimentando el documento, al hacer la descripción del paso a paso de las actividades se mira las precauciones y restricciones que se debe tener en cuenta antes de iniciar determinada labor. Al terminar de hacer el patrón operacional se revisan con el supervisor las imágenes, la redacción, la secuencia que se lleva, de tal forma que los trabajadores entiendan el documento a la hora de socializarlo, para que finalmente sea aprobado y posteriormente estandarizado.

Implementación del patrón operacional. El patrón operacional “operación torno 300 y 450” es un documento que se realizó y socializó con el personal del taller de cilindros, con el fin de mejorar los trabajos realizados en los tornos 300 y 450 y así dejar claro cómo debe ser ejecutada la tarea, para que los operadores lo hagan de la misma forma y obtengan el mismo resultado, haciendo la entrega de un

producto con buena calidad, en menos tiempo y reduciendo las paradas en los trenes Morgan y 450.

7.3 CAPACITACIÓN ACERCA DEL PATRÓN OPERACIONAL A LOS TRABAJADORES

Con la implementación del patrón operacional “operación torno 300 y 450”, se reunió a todo el personal del taller de cilindros, en la sala de conecte, que queda en las oficinas de laminación como se evidencia en la Figura 16, donde se realizó la capacitación del patrón mediante una presentación de diapositivas y material físico, con el objetivo de que todos los trabajadores interactúen y den sus opiniones, acerca del patrón operacional para efectuar las correcciones pertinentes.

El primer tema que se trabajó fue el de las herramientas y equipos que se utilizan para ejecutar esta labor, donde los trabajadores dieron su punto de vista y se adicionaron las herramientas que faltaban al documento. Se habló de los elementos de protección personal y el desarrollo de las actividades, donde se resaltan los peligros que se pueden presentar a la hora de mecanizar o rectificar cilindros en los tornos, para así lograr que todos los trabajadores estuvieran de acuerdo y poder estandarizar el documento.

Al finalizar la parte teórica se reúne a los trabajadores en el taller de cilindros para hacer la práctica y al finalizar la capacitación se envía el archivo hacia vicepresidencia industrial para que se estandarice y lo suban GQI, el cuál es un software que administra la gestión documental de Votorantim Siderurgia, (Votorantim es una empresa brasilera que compro Acerías Paz Del Rio en el año 2008), facilitando el seguimiento, registro, comunicación y evaluación de planes de acción, documentos internos documento externos, auditorías, relatorios y otros, de acuerdo a los requisitos establecidos en las normas de gestión de salud y seguridad (OHSAS 18001), medio ambiente (ISO 14001) , calidad (ISO 9001) y responsabilidad social (SA 8000).

Figura 16. Capacitación patrón operacional “operación torno 300 y 450”



Fuente: Autor

7.4 DISEÑO DE LA HOJA DE PROCESO

Para el desarrollo de la hoja de proceso es necesario tener el concepto claro de que es.

La hoja de proceso es un formato que recoge un conjunto de tareas o pasos que se hacen para ejecutar bien un trabajo, generalmente se presenta en una hoja de cálculo donde se colocan ciertas variables y mediante el uso de fórmulas nos arroje los parámetros indicados con el fin de que el operario al leer la hoja de proceso lo interprete y ajuste el equipo de acuerdo al contenido de la hoja, y así garantizar la calidad del producto

7.4.1 Creación de la hoja de proceso

Para dar inicio al diseño de las hojas de proceso, lo primero que se hizo fue conseguir información acerca del material que está compuesto los cilindros a mecanizar, dimensiones del cilindro, planos, las revoluciones que trabaja los tornos y sus avances, las características de las herramientas de corte en otros aspectos. Luego de tener la información se inspecciono el trabajo del operador,

utilizando un cronometro para medir el tiempo que se gasta ejecutando las actividades requeridas, las actividades realizadas en el mecanizado se dividen en fases para facilitar la medición del tiempo total que se gasta el operador en mecanizar el cilindro, las fases son las siguientes:

Fase 1, Alistamiento: El primer paso fue medir el tiempo que gasta el operador en diligenciar la lista de chequeo y pre operacional de la grúa L-15, el tiempo que gasta en traer la herramienta necesaria para la labor, el tiempo que gasta en colocarse los elementos de protección personal (E.P.P).

En la figura 17 se evidencia el diligenciamiento de la lista de chequeo por parte de un operador antes de operar el torno 450, también el operador tiene que revisar la lista de chequeo del puente grúa todo esto con el fin de evitar accidentes o incidentes a la hora de iniciar su labor.

Figura 17. Diligenciamiento de la lista de chequeo torno 450.



Fuente: Autor

En la figura 18 se evidencia al operario verificando las canales del cilindro mediante el uso de una plantilla o galga, para saber cuánto tiene que desbastar el cilindro e identificar el número de cilindro a mecanizar.

Figura 18. Verificación de las canales a rectificar



Fuente: Autor

Fase 2, Montaje del cilindro: El segundo paso es medir el tiempo que se gasta en verificar la distancia de las lunetas, de acuerdo con el cilindro a reparar e inspeccionar que las chumaceras y cojinetes estén de acuerdo al diámetro del cuello del cilindro. Así mismo, se debe verificar las alargaderas y acoples de acuerdo al cilindro a mecanizar, fijar lunetas después de verificar la distancia, también se deben registrar los tiempos que se gasta el operario en hacer el traslado con la grúa L15 llevando el cilindro al torno, en realizar la limpieza de cojinetes, en hacer el montaje del cilindro en los cojinetes del torno y demás ajustes. Finalmente se debe realizar la verificación de las tolerancias geométricas con el uso del comparador de caratula donde se verifica el alabeo axial, radial y la cilindridad.

Fase 3, Mecanizado del cilindro: El tercer paso fue medir el tiempo que se gastó para la revisión de la plantilla, en el caso que la plantilla presente un desgaste, será necesario repararla con el uso de limas. En esta fase se debe registrar el tiempo que se gastó en montar el cilindro en el carro transversal del torno, la herramienta para cilindrar, el tiempo que se gasta en desbastar la tabla, en revisar con el micrómetro el diámetro exterior del cilindro, en inspeccionar la tabla del cilindro con el compás de punta para exteriores, en desmontar la herramienta de cilindrar, en montar la herramienta con el perfil del canal a reparar y el tiempo que se gastó desbastando todas las canales del cilindro. En la figura 19 se evidencia el desbaste de la canal del cilindro con el uso del perfil del canal y en la figura 20 se evidencia el afilado de la herramienta de corte con el uso del esmeril.

Figura 19. Desbaste de canales



Fuente: Autor

Figura 20. Afilado de herramienta de corte con el uso del esmeril



Fuente: Autor

Fase 4, Elaboración de radios y chaflanes: El cuarto paso fue medir el tiempo que se gastó el operador en desmontar la herramienta de perfil de canal y montar la herramienta para hacer radios y chaflanes, así como cuanto le tomó hacer el desmontaje del cilindro del torno y repetir las 4 fases en el cilindro compañero. Por último, se debe calcular el tiempo que se gastó en montar los 2 cilindros ya terminados en el torno, proceder a alinearlos por medio de desbaste y acabado en las canales y la verificación del alineamiento entre ellos a través de una galga o plantilla para enfrentar canales. Para que las canales de los 2 cilindros queden alineados se utiliza la plantilla.

En la figura 21 se evidencia el montaje de los 2 cilindros en el torno para proceder a desbastar y terminar canales, verificar el alineamiento entre ellas y así garantizar el rectificado correcto de los cilindros.

Figura 21. Montaje de los cilindros para alineación de canales.



Fuente: Autor

Al terminar de inspeccionar el trabajo, se recogió la información del tiempo que duro el mecanizado del cilindro, las revoluciones en que se trabajó el torno, el avance y el tipo de herramienta de corte que se efectuó el proceso. Con estos datos se inició hacer el borrador de la hoja de proceso.

7.4.2 Secciones y parámetros de la hoja de proceso

En primer lugar, se tuvo que conocer las características geométricas (dimensiones) y mecánicas (material) de la pieza a mecanizar (cilindro de laminación); las características de la máquina (torno) las cuales son diámetro máximo de volteo, longitud de bancada, distancia entre puntos y velocidades máximas de trabajo; Con base en los datos obtenidos se calcularon las variables del proceso como son velocidad de corte, tiempo de mecanizado y el rpm (revoluciones por minuto). En las tablas 1 y 2 se evidencia las especificaciones más relevantes para los tornos, esta información está plasmada en plaqueta técnica de los tornos

Tabla 1. Especificación del torno 450.

TORNO 450	
R.P.M	AVANCE (mm/vuelta)
1,5	SENCILLO
3,5	1,6
8	DOBLE
19	2,0

Fuente: manuales de operación del torno 450. De la empresa Acerías Paz Del Rio. 1962

Tabla 2. Especificación del torno 300.

TORNO 300	
R.P.M	AVANCE (mm/vuelta)
2,25	SENCILLO
5,25	0,75
11,5	DOBLE
27	1,1

Fuente: manuales de operación del torno 300. De la empresa Acerías Paz Del Rio. 1962

Para hacer los cálculos es necesario tener claro los conceptos como son velocidad de corte, velocidad de rotación de la pieza (rpm), velocidad de avance.

Velocidad de corte

Se define como velocidad de corte la velocidad lineal de la periferia de la pieza que está en contacto con la herramienta. La velocidad de corte, que se expresa en metros por minuto (m/min), tiene que ser elegida antes de iniciar el mecanizado y su valor adecuado depende de muchos factores, especialmente de la calidad y tipo de herramienta que se utilice, de la profundidad de pasada, de la dureza y la maquinabilidad que tenga el material que se mecanice y de la velocidad de avance empleada. Las limitaciones principales de la máquina son su gama de velocidades, la potencia de los motores y de la rigidez de la fijación de la pieza y de la herramienta.

A partir de la determinación de la velocidad de corte se puede determinar las revoluciones por minuto que tendrá el cabezal del torno, según la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Velocidad de corte

$$V_c \left(\frac{m}{min} \right) = \frac{n \text{ (min}^{-1}\text{)} \times \pi \times D_c \text{ (mm)}}{1000 \left(\frac{mm}{m} \right)}$$

Donde V_c es la velocidad de corte, n es la velocidad de rotación de la herramienta y D_c es el diámetro de la pieza.⁹

Velocidad de rotación de la pieza. La velocidad de rotación del cabezal del torno se expresa habitualmente en revoluciones por minuto (rpm). En los tornos convencionales hay una gama limitada de velocidades, que dependen de la velocidad de giro del motor principal y del número de velocidades de la caja de cambios de la máquina. En los tornos de control numérico, esta velocidad es controlada con un sistema de realimentación que habitualmente utiliza un variador de frecuencia y puede seleccionarse una velocidad cualquiera dentro de un rango de velocidades, hasta una velocidad máxima. La velocidad de rotación de la herramienta es directamente proporcional a la velocidad de corte e inversamente proporcional al diámetro de la pieza.

Ecuación 2. Velocidad de rotación de la pieza

$$n \text{ (min}^{-1}\text{)} = \frac{V_c \left(\frac{m}{min} \right) * 1000 \left(\frac{mm}{m} \right)}{\pi * D_c \text{ (mm)}}$$

Fuente: ¹⁰

Velocidad de avance. El avance o velocidad de avance en el torneado es la velocidad relativa entre la pieza y la herramienta, es decir, la velocidad con la que progresa el corte. El avance de la herramienta de corte es un factor muy importante en el proceso de torneado.

Cada herramienta puede cortar adecuadamente en un rango de velocidades de avance por cada revolución de la pieza, denominado *avance por revolución* (f_z). Este rango depende fundamentalmente del diámetro de la pieza, de la profundidad de pasada, y de la calidad de la herramienta. Este rango de velocidades se determina experimentalmente y se encuentra en los catálogos de los fabricantes de herramientas. Además, esta velocidad está limitada por las rigideces de las sujeciones de la pieza y de la herramienta y por la potencia del motor de avance

⁹Mecanizado Tercero. Recuperado de <http://jic3mecanizado nocturno.blogspot.com/p/velocidad-de-corte.html> fecha de navegación mayo de 2019.

¹⁰ Ibíd

de la máquina. El grosor máximo de viruta en mm es el indicador de limitación más importante para una herramienta. El filo de corte de las herramientas se prueba para que tenga un valor determinado entre un mínimo y un máximo de grosor de la viruta.

La velocidad de avance es el producto del avance por revolución por la velocidad de rotación de la pieza.

Ecuación 3. Velocidad de avance

$$F \text{ (mm/minuto)} = N \text{ (rpm)} \times F \text{ (mm/revolución)}$$

Al igual que con la velocidad de rotación de la herramienta, en los tornos convencionales la velocidad de avance se selecciona de una gama de velocidades disponibles, mientras que los tornos de control numérico pueden trabajar con cualquier velocidad de avance hasta la máxima velocidad de avance de la máquina.¹¹

Con los cálculos y los datos obtenidos se utilizó el software Excel para diseñar las hojas de proceso el cual contiene un encabezado con el tipo de material del cilindro, características del cilindro como sus dimensiones y dureza, debajo del encabezado viene el plano de calibración del cilindro con los detalles y distribución de pasos, debajo del plano de cilindro viene la parte más importante de la hoja de proceso el cual es una tabla donde se incluye la operación, nombre de la operación y descripción, croquis, herramienta y herramientas, longitud real a cilindrar, diámetro inicial diámetro final, rebaje total diámetro, número de pasadas, profundidad, velocidad de corte, número de canales a desbastar, tiempo de desbaste de canales, terminado de canales, radios y chaflanes, avance, rpm y tiempo real. La hoja de proceso diseñada se encuentra en este documento. (véase **Anexo 2**, la hoja de proceso se encuentra en la página 69)

7.4.3 Implementación de la hoja de proceso

Al implementar la hoja de proceso en el mecanizado de cilindros en los tornos 300 y 450, se vio una mejora en la calidad del producto, ya que los operarios ya hacían los ajustes técnicos en los tornos como es el análisis de la velocidad de corte, el avance y las rpm del torno ya que esto no se hacía antes, lo cual era causante de que los cilindros rectificadas tuvieran defectos y causara problemas en la producción de los trenes, estos ajustes técnicos se hace antes de iniciar con el

¹¹ Op Cit Mecanizado.



mecanizado del cilindro, esto sirvió para mantener la vida útil tanto del torno como de la herramienta de corte y reducir el tiempo de mecanizado. Por otro lado, el operario interpreta el plano para verificar las tolerancias geométricas con el uso de un comparador de caratula, al finalizar entrega un producto de calidad, reduciendo la indisponibilidad en el taller de cilindros.

7.5 EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PRODUCCIÓN DEL TALLER DE CILINDROS LAMINACIÓN TORNOS 300 Y 450.

Para evaluar los índices de producción del taller de cilindros laminación torno 300 y 450, se debe hacer un mantenimiento predictivo en los tornos, para iniciar esta labor se debe tener en cuenta la ficha técnica de los tornos para saber qué tipo de lubricante es el recomendado y los datos técnicos necesarios para poder ejecutar un mantenimiento predictivo en los tornos. Lo primero que se hizo fue buscar información sobre los tornos en el sector de proyectos de la empresa, ya que en proyectos es donde está toda la documentación de la empresa como son: Manuales, fichas técnicas, planos, etc. Los tornos 450 y 300 son tornos muy antiguos lo que fue complicado encontrar información por el motivo de que son tornos fabricados desde el año de 1962, al encontrar la información necesaria se tradujo al idioma español ya que estos manuales vienen en idioma francés, se diseñó una ficha técnica, la cual sirve como referencia o punto inicial para hacerle mantenimiento a los tornos.

En la figura 22 se evidencia la ficha técnica con la información necesaria para iniciar cualquier tipo de mantenimiento en los tornos. Esta ficha muestra las especificaciones generales de los tornos, en este caso fue necesario tener esta información, para hacerle análisis de aceite y posteriormente cambio de aceite en los tornos

Figura 22. Ficha Técnica torno 300 y 450.

	VSPDR		CODIGO:	VSPDR-LNP-XXX				
	FICHA TECNICA:		REVISIÓN:	1,0				
	TITULO: FICHA TECNICA TORNO 300 Y 450		AREA:	Laminación área de cilindros				
			PAGINAS:	1				
DATOS TECNICOS:								
MARCA:	REFERENCIA:	PAIS DE FABRICACIÓN:	FOTO DEL EQUIPO:					
FORCES DE GALLY BELGIOGUE	T.C. 40	FRANCIA						
POTENCIA MOTOR PRINCIPAL:	NUMERO DE RPM DEL TORNO:	FECHA DE FABRICACIÓN:						
54,246 (hp)	1200 (r.p.m)	1962						
VOLTAJE DE RED	ALTURA DE PUNTAS:	FRECUENCIA:						
440 (V)	650 (mm)	60 (HZ)						
DIÁMETRO MAXIMO DE PASO:	TORSIÓN MAXIMA DE LA CORONA:	PESO MAXIMO DEL TORNO:						
850 (mm)	400.000 (Kgs/cm)	10.000 (Kgs)	LUBRICANTE RECOMENDADO:					
DISTANCIA ENTRE BANDEJAS CON PRÉSTAMO Y PUNTA DE MUÑECA MÓVIL:		VELOCIDAD MAXIMA DE LA MESETA:	G.G- D.T.E. Oil Extra – Heavy					
5.000		16 (m/s)	CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL ACEITE:					
NUMERO DE VUELTAS EN EL TABLERO:	MARCA DE LA BOMBA DE ACEITE:	POTENCIA DE LA BOMBA DE ACEITE:	DENSIDAD DEL ACEITE A 15°C	920 (Kg/m ³)				
1,7 a 58,7 (min)	REICHERT	0,2 (Kw)	PUNTO DE CONGELACIÓN:	9,5C°				
NUMERO DE RPM DE LA BOMBA DEL ACEITE:	VOLTAJE DE LA BOMBA DE ACEITE:	FRECUENCIA:	PUNTO DE INFLAMACIÓN:	199C°				
1420 (r.p.m)	440 (V)	60 (HZ)	PUNTO DE FUEGO	227C°				
CUADAL DE FLUJO DE LA BOMBA DE ACEITE:	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LUBRICANTE EN EL TANQUE :		VISCOSIDAD A 20C°	70 (cSt)				
540 (L/hr)	El número de litros de aceite que coloca en el tanque es de mínimo 125(Lt) y máximo 200 (Lt)		VISCOSIDAD A 50C°	8,95 (cSt)				
MARCA DEL FILTRO:	KNECHT		VISCOSIDAD A 100C°	1,83				
NUMERO DE REVOLUCIONES POR MINUTO EN EL TABLERO (R.P.M)								
	DISCO DE MANIOBRA	POSICIÓN DE LOS DISCOS		VOLANTE				
				→ →	→ →	→ →	→ →	
		V O L A N T E	↻	↻	1,7	4,62	10,7	29,3
			↻	↻	2,12	5,75	13,4	36,6
			↻	↻	2,69	7,32	17	46,5
↻	↻		3,37	9,17	21,4	58,2		
NOTA:		La dirección de rotación de los volantes es opuesta a la de los discos de posición						
OBSERVACIONES:		Cuando el tanque está vacío o el nivel es insuficiente, se enciende la lámpara roja y se corta el circuito del motor principal. Cuando el nivel es suficiente para asegurar la lubricación del torno , la lámpara verde se enciende y el circuito del motor se enciende.						

Fuente: manuales de operación del torno 300 y 450. De la empresa Acerías Paz Del Río. 1962

Una vez realizada la ficha técnica se da inicio a un análisis de aceites en los tornos 300 y 450. Con la ayuda de un operador especializado en lubricantes se

inició el trabajo con el torno 300, el primer paso fue revisar que el torno este desenergizado para evitar algún tipo de accidente o incidente, luego se retira el dispositivo medidor de nivel del aceite para poder extraer el aceite, como muestra la Figura 23.

Figura 23. Retiro de dispositivo medidor de aceite del torno 300.



Fuente: Autor

En la Figura 24 se evidencia el retiro del dispositivo medidor de aceite del torno 450 para poder extraer el aceite para su respectivo análisis.

Figura 24. Retiro de dispositivo medidor de aceite del torno 450



Fuente: Autor

Después de retirar el dispositivo medidor de aceite se utiliza una bomba extractora de aceite para sacar la muestra cómo se evidencia en la Figura 25.

Figura 25. Extracción de aceite torno 300



Fuente: Autor

En la Figura 26 se evidencia la extracción del aceite del torno 450. Para su posterior análisis de aceite.

Figura 26. Extracción de aceite torno 450.



Fuente: Autor

Luego se introduce la manguera de la bomba extractora de aceite en el orificio donde estaba el dispositivo medidor de nivel de aceite y se procede a extraer una muestra del aceite como se evidencia en la Figura 27 y 28 hasta llenar el recipiente.

Figura 27. Llenado del recipiente con el aceite torno 300.



Fuente: Autor

Figura 28. Llenado del recipiente con aceite torno 450



Fuente: Autor

Este proceso se realiza con los dos tornos. Luego de llenar los recipientes con las muestras, como se evidencia en la Figura 29, se llevan al laboratorio para hacerle su respectivo análisis.

Figura 29. Muestras de aceite de los tornos 450 y 300.



Fuente: Autor

Análisis de aceite tornos 300 y 450. Se hizo el análisis de aceite con el fin de mirar el estado de los componentes del torno, para garantizar que los tornos sigan operando ya que si se llega a dañar uno de los tornos se pueden presentar paradas en los trenes a causa de la falta de cilindros. En los análisis de aceite que se hicieron a los tornos, se tuvo en cuenta el código de limpieza. Para hacer un análisis de partículas al aceite de los tornos, y entender los resultados arrojados en los informes es necesario conocer el código de limpieza que se describe continuación:

Código de niveles de limpieza

Para detectar o corregir problemas se debe de utilizar una escala de referencia de la contaminación presente en el sistema y la escala que utilizaremos será de la norma ISO 4406

En la versión de la norma ISO 4406 de 1999 el resultado se expresa mediante un código compuesto por tres dígitos. El primero corresponde al número total de partículas de tamaño superior a 4 micras por milímetro de fluido. El segundo

corresponde al número total de partículas de tamaño superior a 6 micras por milímetro de fluido. El tercero corresponde al número total de partículas superiores a 14 micras por milímetro de fluido¹²

Las partículas de >4 y >6 micras son indicativas de la tendencia a la formación de depósitos de partículas, mientras que las >14 micras indican la cantidad de partículas grandes presentes, las cuales contribuyen en gran medida a un posible fallo catastrófico de un componente.¹³

Al comprender el código de limpieza de la norma ISO 4406: 99 por comparación se anexa el informe del torno 300 y el torno 450

De los informes presentados en el **Anexo 3 y 4** del análisis de aceite de los tornos 300 y 450 (están en la página 70 y 71), el resultado arroja que el lubricante, se encuentra fuera del límite de limpieza recomendado, comparado con la ISO 4406:99. Se evidencia material particulado de desgaste en contenido exagerado, con tamaño máximo de 82 micras, evidenciando falla probable en elementos lubricados. Se sugiere lo antes posible: realizar inspección de engranes, validar condición de desgaste interno y hermeticidad del sistema. Realizar cambio total de lubricante, acompañado de un *flushing* con aceite mineral menos viscoso. ISOVG 22. Evaluar la posibilidad de implementar filtración, con elemento magnético de fácil mantenimiento e inspección tipo tapón. Verificar condición dinámica del equipo analizando espectros.

7.6 ANÁLISIS DE GRAFICAS DE INDISPONIBILIDAD DEL TALLER DE CILINDROS AÑO 2019

Indisponibilidad

Es la probabilidad de que un sistema o equipo se encuentre fuera de operación, debido a irregularidades que compromete su funcionalidad y productividad en un tiempo determinado

El índice de gestión en los tornos se hizo con el fin de garantizar que los tornos estén en buenas condiciones de operación ya que, si se llega a dañar algunos de estos tornos, se ocasiona una elevación del índice de indisponibilidad en el taller de cilindro y por ende ocasionar paradas en los trenes.

¹² BILBAO, Manuel. Lubrication management. Recuperado de http://lubrication-management.com/wp-content/uploads/sites/3/2014/07/Contaje_de_part%C3%ADculas_ES.pdf fecha de navegación mayo de 2019. 2004

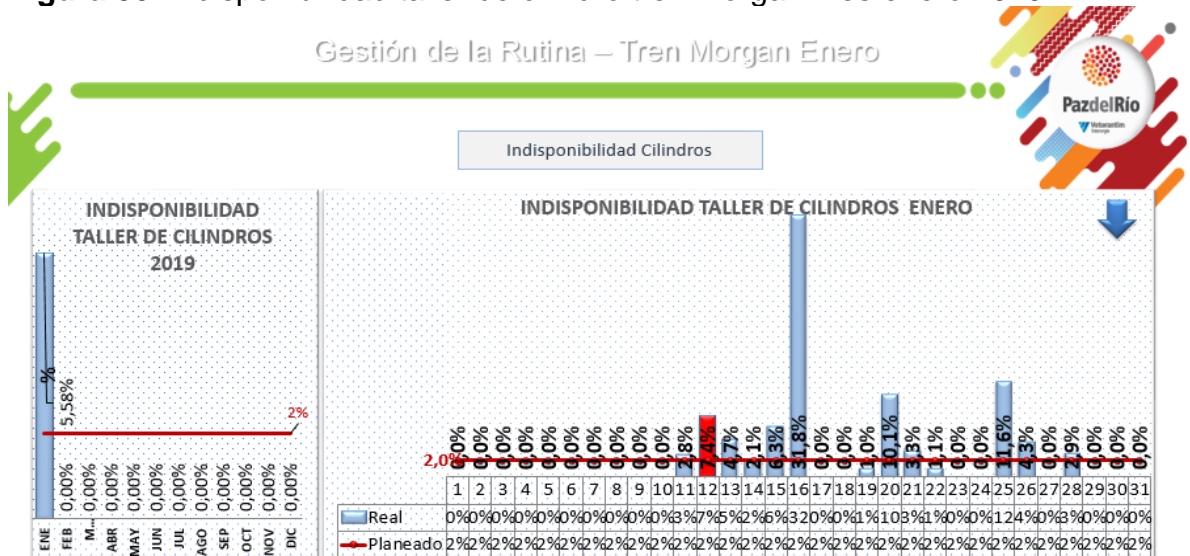
¹³ Ibid.

Para poder evaluar los índices de producción del taller de cilindros en cuanto la operación de los tornos se hizo seguimiento de las actividades ya ejecutadas como fue, el diagnóstico de los procesos llevados para el mecanizado de los cilindros la creación de la lista de chequeo de los tornos 300 y 450, la creación del patrón operacional “operación Torno 300 y 450” y su respectiva estandarización, la creación de la hoja de proceso y por ultimo un análisis de aceite en los tornos como mantenimiento predictivo para evitar fallas en los tornos.

Se hizo un seguimiento de los índices de indisponibilidad en el taller de cilindros en los meses de enero y febrero del año 2019. Este seguimiento es presentado en graficas que son generadas diariamente para ser analizadas por supervisores y facilitadores de los trenes de laminación Morgan y 450, con el fin de mitigar las paradas en los trenes y reducir la indisponibilidad del taller de cilindros. Las gráficas que se presentan a continuación muestran como ha sido el comportamiento del taller por indisponibilidad durante el mes de enero y febrero en los trenes Morgan y 450.

En la figura 30 se muestra la indisponibilidad que presento el taller de cilindros del tren Morgan durante el mes de enero del 2019, en la parte izquierda se muestra una gráfica del porcentaje general del mes. Para enero arrojó un porcentaje de indisponibilidad de 5,89 % en total, el cual es un porcentaje muy alto causado por diferentes paradas que se presentan en el tren Morgan por anomalías o fallas en el tren, causadas por el taller de cilindros ya sea por la demora en la entrega de los cilindros rectificados, fallas como mal ajuste, cilindros fuera de dimensiones, cilindros con demasiado desgaste, entre otras.

Figura 30. Indisponibilidad taller de cilindro tren Morgan mes enero 2019.



Fuente: Acerías Paz del Rio. (2019)

En la parte derecha de la figura 30 se muestra el comportamiento de indisponibilidad más específico que presento el mes de enero, donde se evidencia que el día 16 de enero se presentó una elevada indisponibilidad de 31,8%, causado por la fisura de un cilindro a causa de una mala refrigeración. Esta situación paró el tren, ya que era necesario cambiar este cilindro y se presentaron demoras en la corrección.

En la figura 31 se presenta la indisponibilidad del taller de cilindros del tren Morgan durante el mes de febrero de 2019. Durante el mes de febrero se presentó una reducción de indisponibilidad bajando el indicador al 1,13% comparado con el mes de enero que tuvo un porcentaje del 5.58% esto se logró gracias a la corrección de anomalías que se presentaron como eran cilindros mal dimensionados, demoras en el rectificando de los cilindros en los tornos, etc. En la parte derecha de la figura 35 se muestra de forma específica el compartimento de indisponibilidad del mes de febrero. Con la implementación de las actividades ejecutadas se logra reducir la indisponibilidad reduciendo las paradas en el tren Morgan causadas por fallas en el taller de cilindros.

Figura 31. Indisponibilidad taller de cilindro tren Morgan mes febrero 2019.



Fuente: Acerías Paz Del Rio (2019)

En la figura 32 se muestran los mismos indicadores de indisponibilidad del taller de cilindros, pero ahora es para el tren 450 durante el mes de enero de 2019. Durante el mes de enero presentó una indisponibilidad del 3,39% el cual es un

dato elevado a lo planeado. En la parte derecha se muestra el índice de indisponibilidad más específico del mes donde se evidencia que el día 16, se presentó un elevado porcentaje de indisponibilidad causado por la demora de entrega de los cilindros rectificados al tren 450.

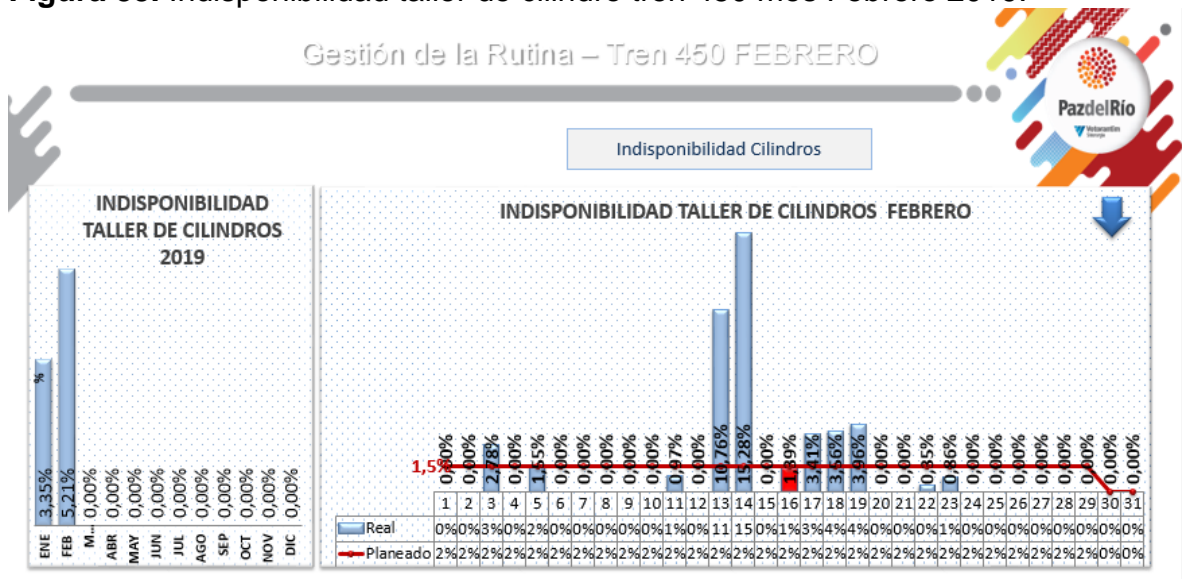
Figura 32. Indisponibilidad taller de cilindro tren 450 mes enero 2019.



Fuente: Acerías Paz Del Rio. (2019)

Finalmente en la figura 33 se presenta la indisponibilidad del taller de cilindros del tren 450 para el mes de febrero de 2019. En la parte izquierda se evidencia que en el mes de febrero se presentó una elevada indisponibilidad del 5,21% comparado con el mes de enero que fue de 3,35%, causado por el daño que presentó el torno 300 por la ruptura de un fusible mecánico en la caja de engranajes del torno, (fallo imprevisto fuera de la planeación de mi trabajo), la reparación del torno duro 2 días los cuales fueron el día 13 y 14 de febrero lo que ocasiono que se elevará el porcentaje de indisponibilidad en el taller.

Figura 33. Indisponibilidad taller de cilindro tren 450 mes Febrero 2019.



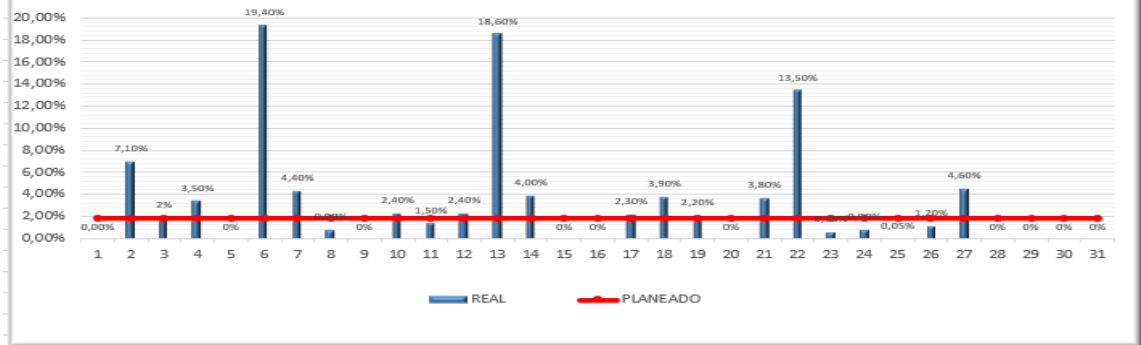
Fuente: Acerías Paz Del Rio. (2019)

El análisis de estas graficas se hace con el objetivo de revisar el comportamiento del taller de cilindros y así evaluar la efectividad de los instrumentos desarrollados para la reducción de paradas en los trenes Morgan y 450, optimizando los trabajos necesarios en el taller.

7.7 COMPARACIÓN DE GRAFICAS DE INDISPONIBILIDAD DEL TALLER DE CILINDROS MES DE SEPTIEMBRE DE 2018 CON EL MES DE FEBRERO DE 2019

En la figura 34 podemos evidenciar una gráfica de indisponibilidad del taller de cilindros del mes de septiembre de 2018, el cual muestra un elevado porcentaje que afecta al taller a causas de demoras en la entrega de cilindros a los trenes, ya sea por defectos en su mecanizado, en esta fecha estaba en proceso de ejecución las actividades como fueron el diagnostico a la operación de los tornos, la creación del patrón operacional , la capacitación acerca del patrón operacional, la creación de la hoja de proceso y por último el análisis de aceite a los tornos 300 y 450.

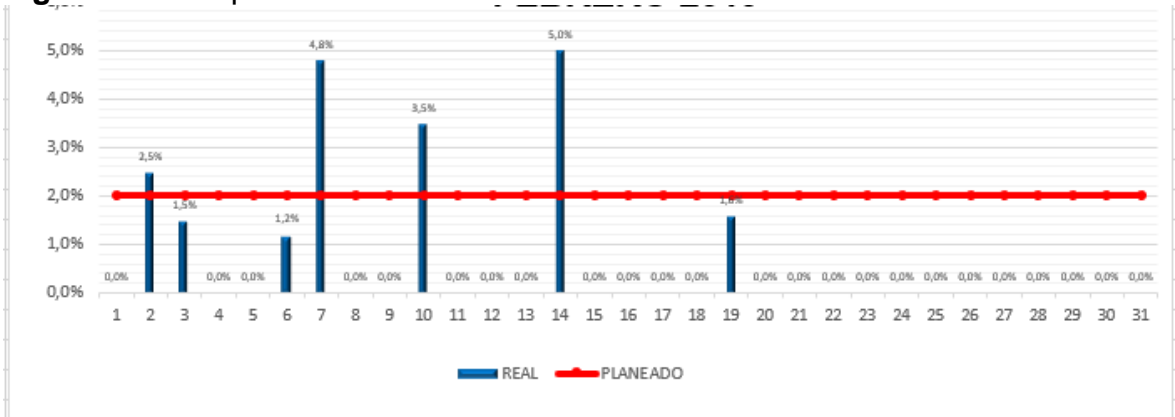
Figura 34. Indisponibilidad taller de cilindros mes de septiembre 2018



Fuente: Acerías Paz Del Rio. (2019)

En la figura 35 se evidencia la gráfica de indisponibilidad del taller de cilindros del mes de febrero de 2019 donde se observa una reducción significativa lograda gracias a la ejecución de las actividades desarrolladas, esta grafica muestra que se está cumpliendo con la meta, el taller de cilindros se optimizo, se tecnico, entregando repuestos de calidad a los trenes Morgan y 450, mejorando la productividad de los trenes.

Figura 35. Indisponibilidad taller de cilindros mes de febrero 2019



Fuente: Acerías Paz Del Rio. (2019)

CONCLUSIONES

1. Al iniciar con la inspección de los trabajos realizados en los tornos 300 y 450 se evidenciaron varias anomalías las cuales fueron un punto clave para mejorar las condiciones del trabajo, dando pie para implementar una serie de actividades que busque mitigar dichas anomalías.
2. Se desarrolló e implementó el patrón operacional “operación torno 300 y 450”, en el taller de cilindros, presentando una mejoría en los trabajos, ya que se hacen tal como se describe en el documento, evitando accidentes por el uso de herramientas inadecuada, también los cilindros que se mecanizan o se rectifican cumplen con las dimensiones estipuladas. Lo que da como resultado, una mejor eficiencia y una reducción de las paradas en los trenes Morgan y 450 causadas por el taller de cilindros Este documento fue desarrollado con el apoyo de los operadores de las máquinas.
3. Se socializaron los documentos desarrollados y se capacitaron a los operarios para que identificaran los formatos y las actividades que les solicitaba en cada uno de ellos. Así mismo se efectuó un simulacro para que se adaptaran al proceso descrito en patrón operacional.
4. Se generó la hoja de proceso para lograr llevar un control del mecanizado y así lograr que a la hora de hacer los ajustes de parámetros del torno, sean los correctos sin importar el operario, garantizando un buen resultado en la calidad de la pieza mecanizada, reduciendo los tiempos muertos, preservando la vida útil del torno y de la herramienta de corte.
5. Según los indicadores de indisponibilidad de los trenes, con la implementación de las actividades propuestas, se ha logrado mejorar las condiciones de trabajo en los tornos 300 y 450, tecnificando y estandarizando las operaciones con el fin de reducir los tiempos muertos, mejorando las condiciones de los tornos para garantizar el rectificado o mecanizado de los cilindros, evitando paradas en los trenes a causa fallos provocados por el taller de cilindros en especial por los torno 300 y 450 que son las actividades de mayor envergadura del taller.
6. Al hacer la comparación entre las dos graficas de indisponibilidad del mes de septiembre de 2018 con el mes de febrero de 2019, se evidencio como los trabajos realizados mejoraron, se redujo la indisponibilidad del taller de cilindros, esto garantiza que los trenes trabajen de forma más consecutiva y que las paradas a causa de problemas por cilindros sea demasiado baja.

BIBLIOGRAFIA

ACERÍAS PAZ DE RÍO, Informe anual. Disponible en <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Accionistas/informacion-relevante/Documents/2018/13.pdf> 2017

ACERÍAS PAZ DE RÍO. Informe paradas talleres herramientas y guías. Disponible en Archivo institucional. 2018

ACEVEDO AGUILERA, Carol Andrea. Mejoramiento de los procesos productivos de laminación de planos en la empresa Acerías Paz del Río S.A. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Bucaramanga. 2011

AULISO, Roberto., MILES, John Y QUINTILLÁN, Isabel. Revista electrónica FCE. Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones. Universidad Católica. 2017

BILBAO, M. MÁLAGA, A. Contaje de partículas. Wearcheck ibérica. Boletín Mensual sobre Lubricación y Mantenimiento. www.wearcheckiberica.es N°3 Abr-2004.

BILBAO, Manuel. lubrication management. Obtenido de lubrication management: http://lubrication-management.com/wp-content/uploads/sites/3/2014/07/Contaje_de_part%C3%ADculas_ES.pdf 2004.

CEDILLO LÓPEZ, MJ. Medición del trabajo. Noriega Editores, Capitulo 2. Citado en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4518/1/PI-000753.pdf> 2016

GARRIDO, S. Dirección Estratégica. Segunda Edición. Editorial Mac Graw Hill. España. 2006

MECANIZADO, T. (1 de octubre de 2012). *TERCERO MECANIZADO*. Obtenido de <http://jjc3mecanizadonocturno.blogspot.com/p/velocidad-de-corte.html>

NAVARRO SOTOMAYOR. Solución de problemas de operación y puesta a punto del circuito de potencia de la cizalla hidráulica de 900 toneladas del tren de

laminación 1100 en Acerías Paz Del Rio S.A. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias físico - mecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Bucaramanga. 2006

SALAMANCA VENTURA H. Y VIDES ROSALES, L. Diseño del plan de calibración para el proceso de laminación en frío de la empresa procesadora de acero del alvador. Universidad del Salvador. Facultad de ingeniería y arquitectura. Escuela de Ingeniería mecánica. 2004

SALAZAR CÓRDOVA, Pablo. Propuesta de mejoramiento de eficiencia del proceso de laminación de perfiles a través de la disminución de la pérdida metálica para la industria metalmeccánica. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. 2011

SANDOVAL Juan Gabriel. Planificación y estandarización del proceso de laminación de barras redondas lisas de acero. Informe de suficiencia para optar el título profesional de: ingeniero metalurgista. Lima – pero Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica. 2011

ZAMBRANO PERILLA, Jaime, Andrés. Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de variables para los circuitos hidráulicos y de lubricación instalados en el tren de laminación Morgan en la empresa Acerías Paz del Rio S.A. Pregrado. Universidad de la Salle facultad de Ingeniería de Diseño & automatización electrónica Bogotá D.C. 2007

ANEXOS

Anexo A. Patrón operacional Operación Torno 300 y 450

1. CONDICIONES NECESARIAS

1.1 MATERIALES Y EQUIPOS:

- ✓ Torno 300
- ✓ Torno 450
- ✓ Soporte
- ✓ Portaherramientas
- ✓ Puente grúa L-15
- ✓ Eslingas y estrobos certificados
- ✓ Vientos certificados
- ✓ Barras de acero para ajuste
- ✓ Micrómetro para exteriores
- ✓ Compas de puntas para exteriores
- ✓ Reglilla de 0 a 500mm
- ✓ Cinta Métrica
- ✓ Porta plaquetas para cilindrar derecha, izquierda o neutra
- ✓ Inserto intercambiable
- ✓ Comparador de Caratula y base magnética
- ✓ Plantilla y contra plantilla metálicas
- ✓ Planos de calibrado
- ✓ Esmeril
- ✓ Masetta
- ✓ Limas
- ✓ Llaves mixtas de 1 3/4", 1 5/8" y de 46(mm)
- ✓ Prensa de Banco
- ✓ Llave Allen de 8(mm)
- ✓ Grafiladores
- ✓ Buriles
- ✓ Plaquetas de Widia para soldar
- ✓ Dispositivo de verificación de plantilla.

1.2 SEGURIDAD / MEDIO AMBIENTE:

Para este trabajo son de uso obligatorio los siguientes elementos de protección personal (EPP):

- 1) Casco de seguridad con barbuquejo.
- 2) Botas de Seguridad (Botas punta de acero).
- 3) Tapa Boca industrial
- 4) Protector auditivo
- 5) Guantes de Nitrilo, Nylon y de Carnaza.
- 6) Protector Facial.
- 7) Gafas de seguridad.
- 8) Overol Industrial.



Los riesgos asociados con esta actividad son:

1.2.1 Salud y Seguridad:

RIESGOS	CONTROLES
Enfermedades respiratorias: Por presencia de materiales particulado.	Uso obligatorio de protección respiratoria para material particulado.
Pérdida auditiva: Por exposición a ruido generado por las maquinas en movimiento del área.	Uso obligatorio de protección auditiva.
Cortaduras: por manipular cilindros y herramientas de corte. (Aristas cortantes).	Utilizar guantes tipo carnaza y mantenerse alejado de las partes filosas o cortantes del cilindro.
Lesiones osteomusculares: Generadas por realizar actividades repetitivas, sobre esfuerzos y/o posturas inadecuadas.	Realizar pausas activas y mantener posturas adecuadas en el puesto de trabajo, realizar calistenia antes de iniciar labores.
Químico: Contacto e inhalación de sustancias químicas (aceites y grasas).	Utilizar guantes de nitrilo, protección respiratoria.
Atrapamientos: Por máquina en movimiento	Usar ropa ajustada al cuerpo abotonada no usar mangas sueltas, tampoco se debe usar anillos relojes de pulsera o brazaletes
Contusiones: al montar cilindros y en el montaje de herramientas	Al realizar el montaje del cilindro el torno debe estar des energizada, utilizar los vientos para el direccionamiento de los cilindros
Caída de carga izada: Debido aparejar cargas indebidamente o de manera insegura, generado por fallas en el sistema de izaje.	Aparejar adecuadamente la carga, realizar señales de mano para maniobra de Izaje, realizar pre operacional de elementos y de equipo de izaje. No transitar debajo de cargas suspendidas.
Proyección de partículas: metálicas generadas por mecanizado del cilindro y afilado de herramientas	Para evitar proyección de partículas metálicas siempre se debe utilizar lentes de seguridad y protector facial.

1.2.2 Medio Ambiente:

ASPECTO	IMPACTO	CONTROLES
Generación de residuos industriales (Viruta).	Residuos industriales a disponer, chatarra (alteración de la calidad del suelo).	Manejo adecuado de residuos industriales, chatarra (Deposito para recuperación de viruta metálica).
Generación de residuos peligrosos (tarros contaminados con aceites, trapos o estopas).	Alteración de la calidad del suelo y del agua.	Disposición adecuada de los residuos peligrosos según el código de colores establecidos (Bolsa Roja). Disposición final con gestor certificado.

1.3 OTROS:

Daños en el material o equipo durante la operación.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

2.1 DILIGENCIAR LISTAS CHEQUEO

Antes de operar los tornos se debe diligenciar: **LISTA DE CHEQUEO TORNO 300 - 450**, si hay alguna anomalía no operar hasta resolverse el problema.

2.2 MONTAJE DE CILINDROS



¡ATENCIÓN! RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD

Todo el Montaje de los cilindros debe ser realizado con el **torno des energizado** para evitar atrapamientos.



- a) Verificar la distancia de las lunetas estén acordes al cilindro a reparar e inspeccionar que las chumaceras y cojinetes a montar estén de acuerdo al diámetro del cuello del cilindro.
- b) Verificar alargaderas y acoples de acuerdo al cilindro a mecanizar.
- c) Si los ítems (a y b) no se cumplen debido al cambio de grupo de cilindro, se debe ajustar la distancia de lunetas aflojando los tornillos de sujeción. Luego mover las lunetas de acuerdo a la tabla "MEDIDAS DE LUNETAS DE CILINDROS".
Esta operación se realiza utilizando las llaves mixtas de 1¼", 15/8" y de 46 (mm), según corresponda.
- d) Fijar lunetas después de verificada la distancia según las medidas descritas en la siguiente tabla.

MEDIDAS DE LUNETAS DE CILINDROS			
TORNO	CILINDROS A REPARAR	DISTANCIA LUNETAS (mm)	MATERIAL DE LOS COJINETES
TORNO 300	TREN MORGAN CAJA 12 Y CAJA 13	975	TEFLÓN
	TREN 300 CAJA 4, CAJA 5 CAJA 6, CAJA7	855	BRONCE
	CAJA 8	910	TEFLÓN

		TREN 280 CAJA 9, CAJA 10	X X X X	BRONCE
TORNO 450		TREN MORGAN GRUPO 1 CAJA 1 HASTA LA CAJA 5	1450	TEFLÓN
		TREN MORGAN GRUPO 2 CAJA 6 HASTA LA CAJA 11	1200	TEFLÓN
		TREN 450 CAJA 2	1390	BRONCE
		TREN 450 CAJA 3	10009	BRONCE

Figura 36. Medidas entre lunetas



Figura 37. Ajuste de pernos de luneta



e) Diligenciar el pre-operacional: "FORMATO DE ENTREGA Y RECIBIDO DE PUENTE GRUAS", revisar que las eslingas este en óptimas condiciones y que sean las apropiadas para soportar el peso de los cilindros a reparar.

f) Identificar el cilindro con mayor desgaste en las canales por medio de la plantilla y este será el primer cilindro a reparar.

g) Trasladar el cilindro al Torno 300 o 450 según corresponda, utilizando el puente grúa L-15. Se debe realizar esta actividad entre dos operarios:

- Operador de Grúa

- Aparejador que dirija la carga con la utilización de vientos.



NOTA:
La grúa debe ser operada por una persona certificada.

Figura 38. Montaje del cilindro en las lunetas



Realizar limpieza de cojinetes, lubricarlos con grasa y posicionar el cilindro sobre los cojinetes
h) Fijar los brazos de la luneta al cilindro y acoplarlo respecto al eje del torno.

Figura 39. Acoplamiento del cilindro



i) Accionar las cuchillas del armario eléctrico para energizar el torno y presionar la botonera de encendido del torno.

NOTA:
Utilizar guantes para evitar un accidente por descarga eléctrica

j) Con el Cilindro en movimiento se procede a ajustar laterales para evitar desplazamiento axial del cilindro.

Figura 40. Ajuste lateral de los cojinetes

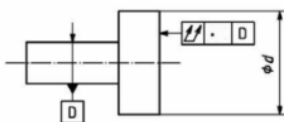


NOTA:
No usar mangas sueltas anillos ni cadenas al estar el torno en movimiento puede presentarse atrapamiento

L) Verificar las siguientes tolerancias geométricas: alabeo axial 0,04mm, alabeo radial 0,04mm y Cilindricidad 0,3mm

- 1: Alabeo Axial
- 2: Alabeo Radial
- 3: Cilindricidad

• Tolerancia de alabeo total axial.



• Tolerancia de alabeo total radial

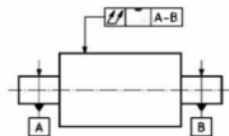


Figura 41. Verificación alabeo radial (0.04mm)

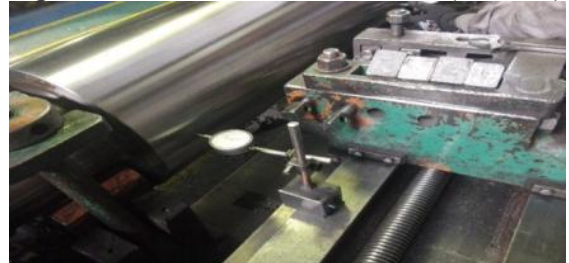


Figura 42. Verificación alabeo axial (0.04mm)



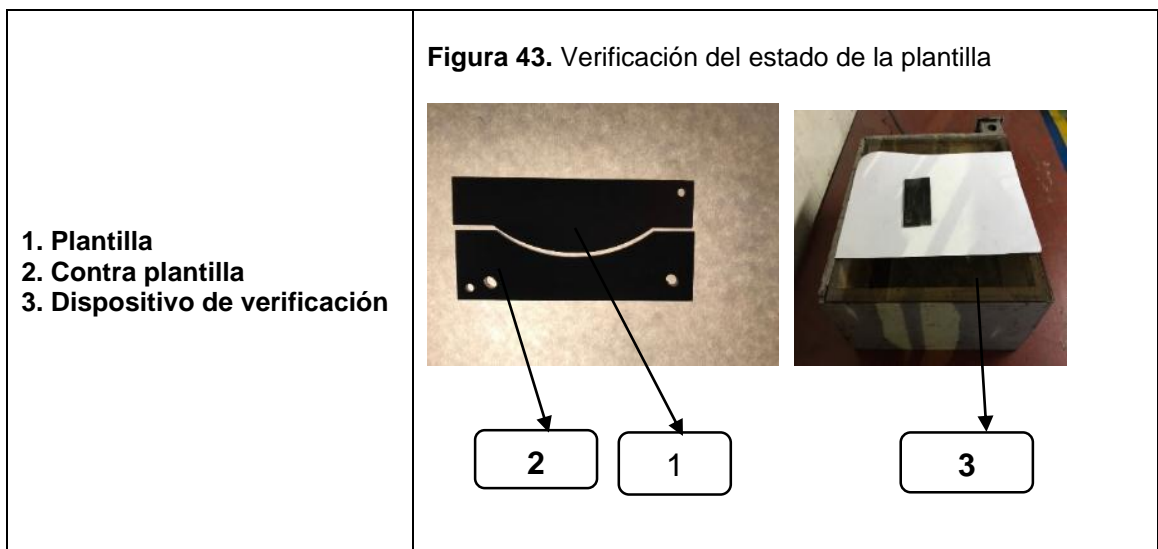
2.3 MECANIZADO DE CILINDROS

a) REVISAR PLANTILLAS:

Para la revisión de las plantillas se utiliza su respectiva contra plantilla, se ponen en contra luz y visualmente se determina si existe desgaste de la plantilla teniendo en cuenta los siguientes planos para cada tren de laminación:

- Plantillas Tren Morgan: Planos actualizados calibrados 09-2013
- Plantillas Tren 450: N° PLANO 4.447

En caso de haber desgaste se procede a ajustar la plantilla por medio de limas hasta obtener dimensiones dadas en el plano.



b) CILINDRAR TABLA DEL CILINDRO

Montar en el carro transversal del torno la herramienta para cilindrar, medir la canal más desgastada y con base a esta medición se procede hacer el respectivo desbaste, teniendo en cuenta una tolerancia de aproximadamente 1 mm para posteriormente darle el terminado y medida final. Se debe verificar con el micrómetro el diámetro del cilindro y estar revisando con el compás de puntas exteriores la medida inicial para comprobar su uniformidad.

c) DESBASTAR Y TERMINAR CANALES

Se desmonta la herramienta de cilindrar y se monta la herramienta con el perfil de la canal a reparar y se procede teniendo en cuenta la distancia de la distribución de las canales según el plano.

NOTA:

Al realizar el montaje y desmontaje de las herramientas en el torno, este no debe estar en movimiento para evitar accidentes

d) Montar nuevamente en el carro transversal del torno la herramienta para cilindrar, dando la medida final, se desmonta la herramienta y se monta la herramienta con el perfil de la canal, y terminamos las canales ajustándolas a la plantilla respectiva.

Figura 44. Supervisar canales terminadas



e) ELABORACIÓN DE RADIOS Y CHAFLANES

Desmontar la herramienta de perfil de canal y se monta la herramienta para hacer radios y, chaflanes, se marca el cilindro con una raya para identificarlo como el cilindro inferior.

f) Inspeccionar Visualmente el cilindro y si hay alguna anomalía se debe hacer un ensayo no destructivo mediante el método de Tintas penetrantes para verificar si el cilindro tiene o no fisuras.

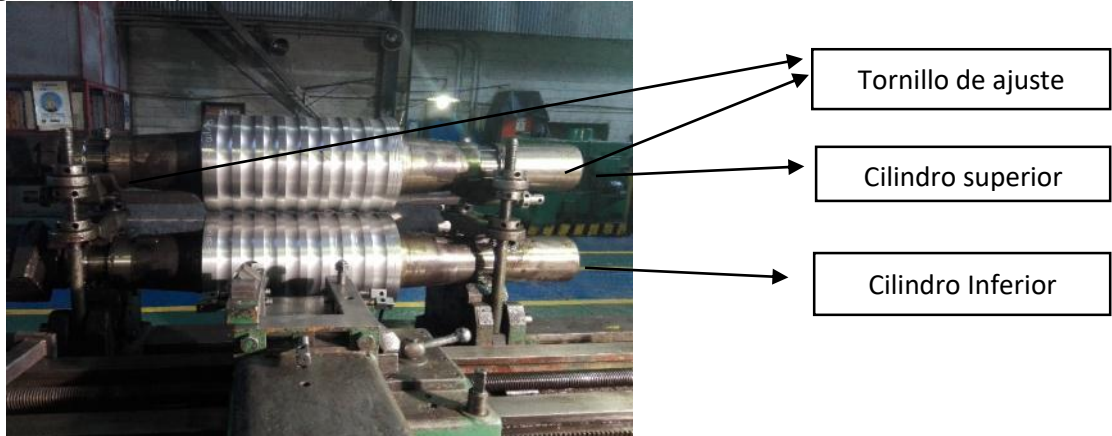
g) Desenergizar el torno para proceder al desmontaje del cilindro del torno.

h) Desmontar la herramienta y soltar tuerca de los brazos de la luneta y tornillos laterales y desacoplar el cilindro del torno.

i) Trasladar el cilindro por medio de la grúa I-15 y se deja al frente del torno mientras se procede al montaje del siguiente cilindro.

j) Montar el segundo cilindro al torno teniendo en cuenta los pasos anteriores hasta el paso b del punto 2.3 (MECANIZADO DE CILINDROS), garantizando el diámetro del cilindro ya terminado, luego sobre poner cilindro terminado y alineamos los dos cilindros con los tornillos de ajuste del cilindro sobre puesto y procedemos a desbastar y terminar canales verificando el alineamiento entre ellas a través de galga o plantilla para enfrentar canales.

Figura 45. Montaje de los cilindros para alineación de canales



k) Marcar el cilindro con 2 rayas para identificarlo como cilindro superior.

L) Inspeccionar Visualmente los cilindros y si hay alguna anomalía se debe hacer un ensayo no destructivo mediante el método de Tintas penetrantes para verificar si el cilindro tiene o no fisuras.

Figura 46. Inspección de cilindro con tintas penetrantes



2.4 DILIGENCIAR FORMATO DE CONTROL DE MECANIZADO

a) al finalizar el turno se debe diligenciar el formato de control de mecanizado.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Garantizar que los cilindros cumplan dimensionalmente con el calibrado requerido y diámetros de los cilindros.

4. ACCIÓN INMEDIATA PARA CORRECCIÓN

ANOMALÍAS	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIONES
-----------	-----------------	------------

Mal acabado superficial	*Mal afilado *Mala inclinación de la herramienta * Velocidad de corte	* Afilar herramienta * Cambiar ángulo de inclinación
No cumplir con el calibrado requerido	*No inspección de plantillas *Mal afilado de herramientas	*verificación de plantillas de acuerdo a calibrado *Afilado de acuerdo a plantillas verificadas

Elaborado por: CESAR LEONARDO MEJIA Practicante ing. Mecánica	Revisado por: LUIS ALEJANDRO ROJAS FONSECA Facilitador de rutina Talleres y Herramientas	Aprobado por: LEONARDO HENRIQUE DE OLIVEIRA Director División Laminación FECHA: _____
--	---	--

Confidencialidad: Uso interno de Paz del Río / Minas Paz del Río Votorantim Siderurgia

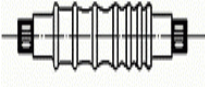
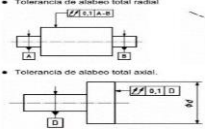
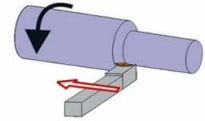
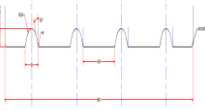
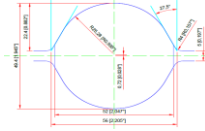

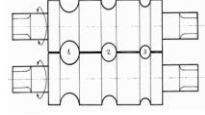
Al terminar de hacer el patrón operacional se socializo con todos los trabajadores del taller de cilindros para dar a conocer este documento, donde todos dieron sus opiniones, aclararon dudas llegando a un acuerdo para apropiarse de este documento y llevarlo a la práctica con el fin de optimizar y garantizar el trabajo.

Durante la socialización del patrón operacional se firmó una lista de asistencia por parte de los trabajadores no se puede evidenciar por el motivo de que el archivo es confidencial para la empresa.

Anexo B. Hoja de proceso parte 1

ACERIAS PAZ DEL RIO		HOJA DE PROCESO DE MECANIZADO CILINDRO CAJA 5 CARACTERISTICAS DEL CILINDRO												DO-VSPDR-LNP TALLER DE CILINDROS			
MATERIAL: Fundición de hierro nodular perlítico,aleado al cromo-niquel-molibdeno, temple indefinido.Resistente al desgaste a las grietas y a la rotura		LONGITUD TABLA (MM)	LONGITUD TOTAL	DIAMETRO MÁXIMO	DIAMETRO MÍNIMO	LONGITUD CUELLO		DUREZA (SHORE C)	PESO APROXIMADO	REALIZADO POR: Cesar Leonardo Mejía Tarazona							
		800,1	2536,82	508	444	LADO MOTOR	LADO TRABAJO	60/65	1910 kg								
OPERACIÓN	NOMBRE DE LA OPERACIÓN Y DESCRIPCIÓN	CROQUIS	HERRAMIENTA Y HERRAMIENTALES	LONGITUD REAL A CILINDRAR	DIAMETRO INICIAL	DIAMETRO FINAL	REBAJE TOTAL DIAMETRO(m m)	# DE PASADAS	p (mm)	Vc (m/min)	# canales a desbastar	tiempo de desbaste canales	terminado de canales	radios y chafilanes	a (mm/rev)	R.P.M	Tiempo (min)
1	MONTAJE CILINDRO AL TORNO 450. Se hace el montaje del cilindro #5 en el torno 450 , verificando distancia entre lunetas , inspeccionando que las chumaceras y los cojinetes esten acorde con el diametro del cuello del cilindro , al hacer el montaje se verifica tolerancias geométricas como es alabeo axial (0,04)mm y		Torno 450 , puente grúa L-15 , Eslingas y vientos , barra de acero para ajuste, micrometro para exteriores, compas de punta para exteriores, comparador de caratula y base magnetica y plantilla	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30
2	REBAJE DE LA TABLA DEL CILINDRO. se hace un desbaste de la tabla del cilindro para desprender material particulado e imperfecciones en la superficie debido a la corrosión, al terminar de desbatar la tabla se verifica con el compas de puntas exteriores el diametro del cilindro en toda la tabla para comprobar su uniformidad		INSERTO RNMG250900-MR4,883	630	481	456	25	2	6,25	13,98	NA	NA	NA	NA	0,8	9,25	85,14
3	DESBASTE DE LAS CANALES. Se desmonta la herramienta de cilindrar y se monta la herramienta con el perfil de canal y se empieza hacer el primer desbaste para quitar material particulado y dar forma a la canal .		Herramienta de forma carburo de tungsteno	NA	NA	456	NA	NA	NA	4	4	60	NA	NA	0,5	2,79	240
4	DESBASTE FINAL DE LAS CANALES: Con el uso de la plantilla se dal el acabado final a las canales		Herramienta de forma carburo de tungsteno	NA	NA	456	NA	NA	NA	4	4	NA	60	NA	0,8	2,79	240
5	RADIOS Y CHAFLANES DEL CILINDRO INFERIOR: Se desmonta la herramienta de perfil de canal y se monta la herramienta para hacer radios y chafilanes y se marca el cilindro con una raya para identificarlo.		herramienta de widia soldada	NA	NA	456	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30	0,8	9,25	30

Hoja de proceso parte 2

6	DESMONTAR CILINDRO INFERIOR: Trasladar el cilindro por medio de la grúa L-15 y se deja al frente del torno mientras se procede al montaje del siguiente cilindro.		Torno 450, puente grúa L-15, Eslingas y vientos, barra de acero para ajuste	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	
7	MONTAJE CILINDRO SUPERIOR AL TORNO 450: Se hace el montaje del cilindro #2 en el torno 450, verificando distancia entre lunetas, inspeccionando que las chumaceras y los cojinetes estén acorde con el diámetro del cuello del cilindro, al hacer el montaje se verifica tolerancias geométricas como es alabeo axial (0,04)mm y	<ul style="list-style-type: none"> Tolerancia de alabeo total radial $\sqrt{0,04^2 + 0,04^2}$ Tolerancia de alabeo total axial $\sqrt{0,04^2 + 0,04^2}$ 	Torno 450, puente grúa L-15, Eslingas y vientos, barra de acero para ajuste, micrometro para exteriores, compas de punta para exteriores, comparador de caratula y base magnetica y plantilla	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30
8	REBAJE DE LA TABLA DEL CILINDRO SUPERIOR: se hace un desbaste de la tabla del cilindro para desprender material particulado e imperfecciones en la superficie debido a la corrosión, al terminar de desbatar la tabla se verifica con el compas de puntas exteriores el diámetro del cilindro en toda la tabla para comprobar su uniformidad		INSERTO RNMG250900-MR4,883 Y Compas de puntas exteriores.	630	481	456	25	2	6,25	13,98	NA	NA	NA	NA	0,8	9,25	85,14		
9	DESBASTE DE LAS CANALES DEL CILINDRO SUPERIOR: Se desmonta la herramienta de cilindrar y se monta la herramienta con el perfil de canal y se empieza hacer el primer desbaste para quitar material particulado y dar forma a la canal		Herramienta de forma carburo de tungsteno	NA	NA	456	NA	NA	NA	4	4	60	NA	NA	0,5	2,79	240		
10	DESBASTE FINAL DE LAS CANALES DEL CILINDRO SUPERIOR: Con el uso de la plantilla se da el acabado final a las canales		Herramienta de forma carburo de tungsteno	NA	NA	456	NA	NA	NA	4	4	NA	60	NA	0,8	2,79	240		
11	RADIOS Y CHAFLANES DEL CILINDRO INFERIOR: Se desmonta la herramienta de perfil de canal y se monta la herramienta para hacer radios y chaflanes y se marca el cilindro con una raya para identificarlo.		herramienta de widia soldada	NA	NA	456	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30	0,8	9,25	30		
12	ENFRENTAR CANALES DEL CILINDRO SUPERIOR: sobre poner cilindro terminado y alineamos los dos cilindros con los tornillos de ajuste del cilindro sobre puesto y procedemos a desbastar y terminar canales verificando el alineamiento entre ellas a través de galga o plantilla para enfrentar canales.		Torno 450, Eslingas, Grúa L-15	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	
OBSERVACIONES																			
NA	NA	NO APLICA																	TIEMPO TOTAL
																			1270,27

Anexo C. Informe de análisis de aceite torno 300.

PAZ DEL RÍO VOTORANTIM SIDERURGIA		DIVISIÓN MANTENIMIENTO FABRICACIÓN PRIMARIA	
INFORME DE CÓDIGO DE LIMPIEZA ISO 4406:99 (Por Comparación). Calibración de referencia contador de partículas según ISO 11171 usando NIST.			
Fecha Inf:	12/02/2019	Consecutivo:	006
Planta:	LAMINACIÓN / Cilindros	Condición Actual:	SUCIO
Código Recomendado:	≤17/15/13	Código Obtenido:	>28/26/24
Equipo:	Torno 300	Aviso SAP:	Pendiente
Parte:	Caja de Engranajes	Ubicación Tec. SAP:	7011-LL-90-TLM03
Lubricante:	Aceite Engranajes ISO VG 150	Referencia:	Shell Omala S2 G150 - Mobil Spartan 150- Petro EGF150
Código SAP:	1889109	Capacidad Gls:	Pendiente
Herramienta:	Hy-Pro PTK1 / veho discovery	Fecha Ejec:	8/02/2019
Ejecutor:	Carlos Gerardo Rincón Gómez	Cargo:	Esp. Confiabilidad
Equipo a Inspeccionar		Equipo Empleado	
Diafragma sin Amplificación Caja de Engranajes			
Antecedentes: Se desea determinar condición de código de limpieza del lubricante en el activo, en búsqueda de desgastes, material particulado y validar tamaño de estas. Operario del equipo, manifiesta ruidos anormales en la operación.			
Fotografías de Condición de limpieza para lubricante			
OBSERVACIONES TÉCNICAS:			
El lubricante analizado, se encuentra fuera del límite de limpieza recomendado, comparado a ISO 4406:99. Se evidencia material particulado de desgaste con tamaño máximo de 401 micras, evidenciando falla probable en elementos lubricados. El material de Silicio(Si) resulta significativo y de tamaños hasta 31,14 micras. Se sugiere a la mejor oportunidad: realizar inspección de engranes, validar condición de desgaste interno y hermeticidad del sistema. Realizar cambio Total de lubricante, acompañado de un flushing con aceite mineral menos viscoso.ISO VG 22. Evaluar posibilidad de implementar filtración, con elemento magnético de fácil mantenimiento e inspección tipo tapón . Verificar condición dinámica del equipo analizando espectros. Informar resultados de la inspección.			

Anexo D. Informe de análisis de aceite torno 450.

PAZ DEL RÍO VOTORANTIM SIDERURGIA
DIVISIÓN MANTENIMIENTO FABRICACIÓN PRIMARIA



Paz del Río
Votorantim
Siderurgia

INFORME DE CÓDIGO DE LIMPIEZA ISO 4406:99 (Por Comparación).

Calibración de referencia contador de partículas según ISO 11171 usando NIST.

Fecha Inf:	12/02/2019
Planta:	LAMINACIÓN / Cilindros
Código Recomendado:	≤17/15/13
Equipo:	Torno 450
Parte:	Caja de Engranajes
Lubricante:	Aceite Engranajes ISO VG 150
Código SAP:	1889 109
Herramienta:	Hy-Pro PTK1 / veho discovery
Ejecutor:	Carlos Gerardo Rincón Gómez

Consecutivo:	007
Condición Actual:	SUCIO
Código Obtenido:	>28/26/24
Aviso SAP:	Pendiente
Ubicación Tec. SAP:	7011-LL-90-TLM03
Referencia:	Shell Omala S2 G150 - Mobil Spartan 150- Petro EGF150
Capacidad Gls:	Pendiente
Fecha Ejec:	8/02/2019
Cargo:	Esp. Confiabilidad

Equipo a Inspeccionar



Diafragma sin Amplificación
Caja de Engranajes



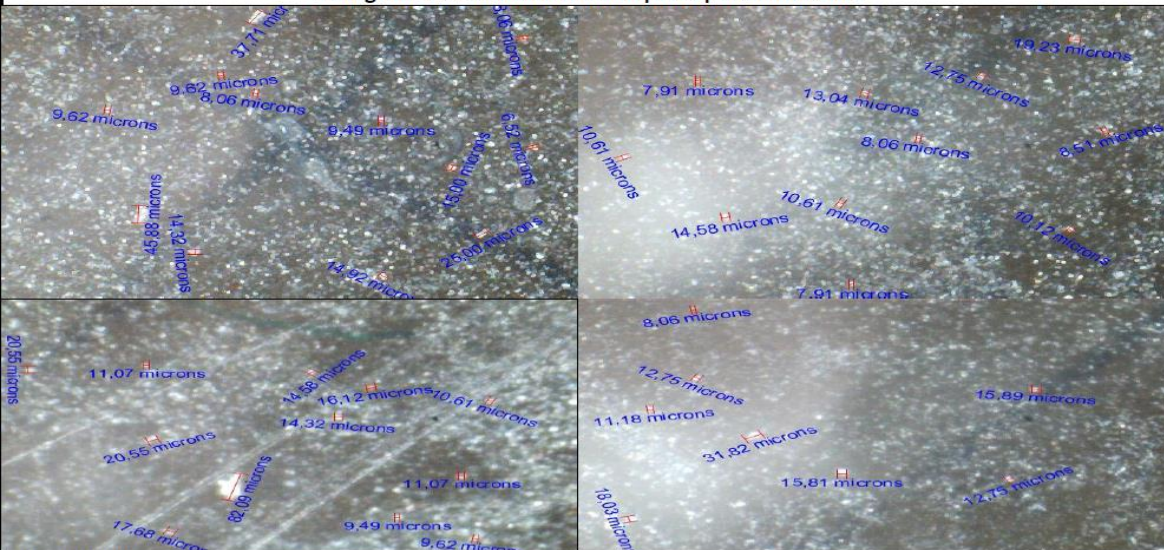
Equipo Empleado



Antecedentes:

Se desea determinar condición de código de limpieza del lubricante en el activo, en búsqueda de desgastes, material particulado y validar tamaño de estas. Operario del equipo, manifiesta ruidos anormales en la operación.

Fotografías de Condición de limpieza para lubricante



OBSERVACIONES TÉCNICAS:

El lubricante analizado, se encuentra fuera del límite de limpieza recomendado, comparado a ISO 4406:99. Se evidencia material particulado de desgaste en contenido exagerado, con tamaño máximo de 82micras, evidenciando falla probable en elementos lubricados.

Se sugiere a la mejor oportunidad: realizar inspección de engranes, validar condición de desgaste interno y hermeticidad del sistema. Realizar cambio Total de lubricante, acompañado de un flushing con aceite mineral menos viscoso. ISO VG 22. Evaluar posibilidad de implementar filtración, con elemento magnético de fácil mantenimiento e inspección tipo tapón. Verificar condición dinámica del equipo analizando espectros.

Informar resultados de la inspección.