



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Mejora de Procesos del Sistema de Refrigeración para
Incrementar la Productividad de los Cilindros de Laminación en
una Empresa Siderúrgica**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORA:

Horna Tamariz, Angelica Maria (orcid.org/0000-0002-4258-7597)

ASESORA:

Pinedo Palacios, Patricia Del Pilar (orcid.org/0000-0003-3058-7757)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Producción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, por permitirme culminar mis estudios superiores iluminándome y guiándome en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar mis metas.

A mis padres, quienes se esfuerzan a diario y me brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

A mis hermanos, que son parte importante en mi vida y por ayudarme de alguna manera a seguir adelante durante mi vida universitaria.

A mis amigos y todas aquellas personas especiales, que en algún momento me aconsejaron, estuvieron a mi lado en los días buenos y malos dándome fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios, por guiar mis pasos y estar a mi lado ayudándome a cumplir mis objetivos ya que sin el nada sería posible.

A mis Padres, por hacer un esfuerzo en apoyarme en toda la etapa de mi vida.

A la Universidad César Vallejo, por darme la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, por compartir sus enseñanzas durante mi vida universitaria.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	8
III.METODOLOGÍA	19
3.1Tipo y Diseño de Investigación	19
3.2Variables y Operacionalización	19
3.3Población, muestra y muestreo	20
3.4Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5Procedimientos	22
3.6Método de análisis de datos	22
3.7Aspectos Éticos	22
IV.RESULTADOS	23
V.DISCUSIÓN	46
VI.CONCLUSIONES	50
VII.RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1. Productividad del proceso productivo.	110
Tabla 2. Guía de focus group.	24
Tabla 3. Guía de focus group, pregunta 6.	25
Tabla 4. Presiones de refrigeración – Laminador 1.	27
Tabla 5. Mapeo de actividades del sistema de refrigeración.	29
Tabla 6. Procedimiento para el retiro y entrega de duchas de refrigeración del laminador 1 y 2.	30
Tabla 7. Tipo de aspersores.	34
Tabla 8. Datos sistema refrigeración.	37
Tabla 9. Temperatura de proceso antes y después de refrigeración.	38
Tabla 10. Cronograma de capacitaciones.	40
Tabla 11. Procedimiento de mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración...	42
Tabla 12. Vida útil y tiempo de uso de accesorios del sistema de refrigeración	45

Índice de figuras

Figura 6. Ducha con agujeros	26
Figura 7. Producción inicial.	27
Figura 8. Flujograma del sistema de refrigeración.	28
Figura 9. Modelo de aspersion GA.	34
Figura 10. Forma de canal de cilindro – caja desbaste 2.	35
Figura 11. Ducha con aspersores GA	36
Figura 12. Ciclo de calentamiento del cilindro.	39
Figura 13. Producción final.	44
Figura 1. Producción - acero largos	108
Figura 2. Proceso de laminación.	109
Figura 3. Cilindro laminación.	111
Figura 4. Refrigeración de cilindros (Sistema complejo).	112
Figura 5. Flujo de agua en los canales del cilindro.	113

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar como el rediseño del sistema de refrigeración incrementa la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica. La metodología empleada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental. En los resultados, se determinó que la producción real del mes de enero a junio del 2022 fue de 139,769 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 151,119 siendo la diferencia de producción de 11,411 toneladas no producidas, esto indica que la productividad inicial es del 92%; para ello, se procedió a rediseñar el sistema de refrigeración, donde se empleó el proceso de organizar, el cual consiste en organizar todos los procesos desde el desbaste, en el proceso de determinar, se determinó las acciones correctivas para mejorar el sistema de refrigeración en los cilindros de laminación, en el procesos de representación, se efectuó un cronograma de capacitaciones, y en el proceso de mejora se estableció un procedimiento de desmontaje, mantenimiento y montaje del sistema de refrigeración, con el fin de que el sistema siempre esté disponible para todas las actividades. Como conclusión se tuvo que la producción real aumentó 3,058 toneladas, y que la productividad final fue de 105%.

Palabras clave: área de laminado, productividad, rediseño, sistema de refrigeración.

Abstract

The general objective of this research was to determine how the redesign of the cooling system increases the productivity of the rolling cylinders of a steel company. The methodology used was applied type, quantitative approach and pre-experimental design. In the results, it was determined that the actual production from January to June 2022 was 139,769 tons, while the planned production was 151,119, the difference in production being 11,411 tons not produced, this indicates that the initial productivity is 92%; For this, the refrigeration system was redesigned, where the organizing process was used, which consists of organizing all the processes from roughing, in the process of determining, the corrective actions were determined to improve the refrigeration system in rolling cylinders, in the representation processes, a training schedule was carried out, and in the improvement process a procedure for disassembly, maintenance and assembly of the refrigeration system was established, so that the system is always available for all the activities. As a conclusion, it was found that the real production increased by 3,058 tons, and that the final productivity was 105%.

Keywords: rolling area, productivity, redesign, refrigeration system.

I. INTRODUCCIÓN

El avance científico y tecnológico producto de la globalización hizo a las empresas industriales buscar obtener una mayor calidad, productividad, costos, tecnología en sus procesos y entrega de sus productos y servicios que ofrecían, cumpliendo con estándares internacionales que les permitían ser más competitivos. Las empresas siderúrgicas han ido evolucionando y la fabricación del acero es parte del crecimiento económico del país, a través de un proceso de alto nivel tecnológico, las acerías protagonizan este renacer del acero y seguidamente de un proceso de deformación mecánica en caliente se obtienen las barras de construcción que son empleadas para la fabricación de edificaciones, puentes de transporte, infraestructuras, entre otros (Guzmán y Macias, 2020).

En la actualidad mundial gran parte de las empresas toma con mucho interés la mejora de su productividad, incluyen colaboradores y todos sus activos físicos. Camogliano (2018, p.12), la problemática de una productividad relativamente baja ocasiona serios problemas provocando que las organizaciones sean menos competitivas en un mundo globalizado y de esta manera están propensas a sufrir graves pérdidas económicas debido a tiempos muertos, cuellos de botella u otra contingencia dentro de la empresa y puede provocar hasta la extinción de la empresa.

Worldsteel (2021, p. 9) estima que en 2019 se producirán 1.870 millones de toneladas, un 3,4% más que en 2018. China ya alcanzó el récord de producción más alto en 2019, alcanzando los 993 millones de toneladas de acero, equivalentes al 54% de la producción mundial total. Asimismo, Estados Unidos también creció un 2%. América del Sur disminuyó un 8,4% respecto al año anterior debido a la menor producción en Argentina y Brasil.

Según Jainaga (2021), Europa se enfrenta actualmente a una grave crisis energética, las grandes siderúrgicas creen que su sostenibilidad económica está amenazada, y otros costes que también afectan a la industria siderúrgica son el precio de los derechos de emisión de dióxido de carbono, que se ha elevado a 65 euros la tonelada. Dijo que no estaba de acuerdo con los esfuerzos de la UE para recuperar los derechos de mercado, inflar los precios y promover la

especulación. En Europa, la mayor parte de la producción de acero se obtiene a través de altos hornos, que son más contaminantes que los hornos eléctricos y se enfrentan a las elevadas facturas eléctricas antes mencionadas. Con lo cual se prevé para el año 2022 un cierre de una gran cantidad de empresas del sector, quienes al margen de ser tecnológicamente eficientes no pueden competir con el acero importado desde China e India que ingresan a la UE libre de aranceles y de pagos por derecho de emisiones de CO₂.

En América latina según la Asociación internacional del acero (2021, p.1), en el mes de julio del 2021, la producción de acero creció en 23.5%, promoviendo empleos y desarrollo. En el Perú, contamos con dos empresas Siderúrgicas que han sido golpeadas por el efecto económico de la pandemia, pero la reactivación de estas, son parte del desarrollo y crecimiento económico del país. En el sector de construcción, según el informe técnico del INE (2021, pp. 9 – 16), el índice de producción registró un aumento de 15,25 como resultado del consumo interno del cemento y una contribución a la producción nacional de 0.78% en materia de construcción, manteniéndose como el principal suministrador de acero del mercado.

La crisis sanitaria provocada por el COVID-19, ha afectado a la industria del acero, la cual ha tratado de mantener el ritmo de la productividad y el desarrollo en plena contracción económica, enfrentando las consecuencias de una falta de apoyo estatal y de la actuación oportuna de políticas públicas para afrontar problemas económicos en América Latina. Como señala Francisco J. Leal, gerente de la Asociación Latinoamericana del Acero, a fines de 2019 el desempeño del sector siderúrgico entro a un empeoramiento del proceso de desindustrialización, que se presentaba en las 2 últimas décadas en la región, con un nuevo año que presenta desafíos para la economía regional.

Leal (2021), afirma que el consumo regional de acero, que ha venido decreciendo progresivamente desde el año 2014, tuvo una caída el año 2020 como resultado de la contracción económica de las principales economías latinoamericanas, la declaración de precios más bajos de los productos básicos y rivalidad comercial entre empresas.

Las empresas siderúrgicas se enfrentan constantemente a nuevos retos con el afán de aumentar su producción y reducir sus costos, esto conlleva a que los procesos sean más eficientes y constantes en la búsqueda de nuevas alternativas que ofrece la tecnología moderna, las empresas deben alcanzar los niveles más óptimos de producción, con nuevos retos competitivos, lo que nos obliga a los líderes o facilitadores de las empresas a buscar mejoras en el proceso, estrategias y nuevas técnicas que giren en torno de cómo alcanzar el siguiente nivel de productividad, ahorrando costos, mejorando los procesos y calidad del productos terminado; buscando ampliar los tiempos de producción, eliminando las paradas no programadas y reduciendo la intervención operacional para los equipos; esto implica mejorar los equipos y tratar en lo posible que estos no sufran más daño del que ya implica el proceso, ya que estos daños se producen por agentes externo y que en su mayoría se pueden controlar. (Reyes, et al, 2019).

Las empresas productoras de acero en el Perú son las empresas Siderperu y Aceros Arequipa, las cuales en competencia con las empresas importadores privadas, cubren el mercado nacional con productos de acero largos y planos. Para el año 2020 se importó menos del 50 % de la demanda del mercado nacional. La demanda que cubren las empresas siderúrgicas constituye productos planos y largos de acero, con alta demanda en el sector construcción (Figura 01). (SIDERÚER, 2020).

El proceso de laminación es un proceso industrial por medio del cual se realizan deformaciones mecánicas de una barra en caliente, con una temperatura superior a 910°C. Es un proceso continuo que no permite tiempos muertos o interrupciones por fallas o imprevistos como ocurre actualmente en los trenes de laminación 1 y 2. Los trenes de laminación en caliente son unidades productivas que elaboran diferentes productos y diversos diámetros según la necesidad del mercado. Un tren de laminación tiene la capacidad de producción para diferentes diámetros de productos largos o planos de diversas geometrías, debido a ello, las actividades de cambios de los formatos son una problemática inherente a las plantas de laminación en caliente (Pacheco, 2019, p.50),

El proceso de deformación plástica de un material mediante cilindros se conoce como laminado, que puede ser en caliente por lo general. Los cilindros deforman el material mediante una fuerza de compresión, reducen el área y aumentan la longitud del material laminado mediante pases tallados en los cilindros, además del esfuerzo constante producto de la fricción entre el cilindro y el metal. Esto genera un incremento de la temperatura de los cilindros de laminación, el cual puede provocar grietas y pérdidas de propiedades mecánicas en los cilindros, para lo cual es necesario una adecuada refrigeración. Los cilindros de laminación son de elevado costo de inversión, por lo tanto, en la industria se utiliza para la producción de grandes cantidades de productos estándar por lo tanto deben estar en excelentes condiciones de funcionalidad (Mata, 2019, p.10).

La empresa en la que se desarrolló la presente investigación tiene su sede en la zona industrial de la ciudad de Chimbote, dedicada al negocio del acero, comercializando a nivel internacional y fabricando productos para la construcción a nivel nacional. La producción de acero se lleva a cabo a más 1600°C, en un horno eléctrico, posteriormente se obtienen las palanquillas que serán trasladadas a la planta de laminación para realizar deformación mecánica en caliente de productos largos. La planta de Laminación realiza un proceso de conformación plástica, donde la barra se lamina en un proceso continuo y en una sola dirección, sometida a fuerzas de compresión para la fabricación de barras de construcción, con una capacidad de tonelaje anual de 286,000 TN, para cumplir con ese objetivo de producción cuenta con áreas de soporte como: equipo operacional, gestión de mantenimiento, taller de cilindros guiados y camino de barra (Figura 02)

La presente investigación tiene como propósito mejorar la productividad de los cilindros de laminación en estudio, mejorando la producción de 26,712 Tn a 27,258 Tn, puesto que las modificaciones técnicas del sistema de enfriamiento brindará soluciones al desgaste prematuro de los canales mejorando la vida útil de los mismos, de 60 días a 120 días de productividad, generando un mayor beneficio económico y competitivo a la empresa, además de satisfacer a sus clientes entregando sus pedidos de producción a tiempo. (Tabla 01).

El proceso de laminación consiste en calentar previamente la materia prima (palanquilla) hasta llegar a una temperatura de 1150°C permitiendo la deformación mecánica a través de pases entre los cilindros de laminación (Trenes de laminación), desde la etapa de desbaste hasta llegar a la etapa del terminador, para ello se utilizan cilindros de acero convencional (Cilindro centrifugado en fundición nodular 60/65 HS), de forma cilíndrica y sirven de matrices rotativas durante el proceso de laminación, tienen contacto directo con la barra mediante choque térmico, mecánico y abrasión, estos cilindros al ser sometidos a esta fuerza de trabajo tienen un efecto de excesivo desgaste en los canales ya que la dureza de estos cilindros es limitada.(Figura 03).

Estos cilindros de laminación al estar en contacto con la barra a altas temperaturas absorben el calor de la barra y para evitar su recalentamiento cuenta con un sistema de refrigeración, que consiste en un chorro de agua a presión a través de duchas, las cuales constan de aspersores para la refrigeración de los cilindros, tuberías y mangueras para ingreso y salida del agua; la falta un sistema de refrigeración adecuado conlleva a reducir la vida útil de los cilindros, formación grietas en la superficie del canal y en el peor de los casos la rotura del cilindro.(Figura 04).

Castaño (2018, p.12), las actividades de lubricación y refrigeración son fundamentales en el mantenimiento preventivo (planificado) y de la mantenibilidad de un equipo cuando trabaja en caliente, siendo los objetivos de las actividades mantener un servicio continuo y de calidad de los cilindros de laminación, programando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo de sus puntos críticos con rapidez. La lubricación y la refrigeración constituyen funciones importantes dentro del plan diario de mantenimiento que brinda el soporte necesario para la sostenibilidad del proceso productivo.

Se evaluó el cambio del sistema de refrigeración en su totalidad, pero se descartó dicha opción debido a que el sistema de refrigeración cumple con la distribución de agua en los cilindros de laminación dentro del proceso, además de realizar circulación de agua por las tuberías de enfriamiento de las celdas de los horno de recalentamiento y guías de laminación; el sistema de enfriamiento dentro de la empresa siderúrgica es complejo pero funcional y cambiar el sistema

de enfriamiento en su totalidad tendría que interrumpir el proceso de producción de una Empresa Siderúrgica.

A su vez, se identificó que los equipos del área de laminación no cuentan con un manual de mantenimiento preventivo, por lo que, en muchas ocasiones, la disponibilidad de esos equipos es baja, generando retrasos en el cumplimiento de los trabajos. El proyecto de estudio tiene como problema: ¿De qué manera el rediseño del sistema de refrigeración incrementará la productividad en los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica?

La justificación de la investigación respecto a la contribución metodológica es que se seguirá una serie de pasos relacionados a la mejora del sistema de refrigeración de la Laminador 1 - Caja 2 para incrementar la productividad de los cilindros de laminación, la cual servirá para replicar en todo el sistema de refrigeración de la empresa Siderúrgica y relacionarlas con las variables del sistema de refrigeración. La canal de los cilindros de laminación del Laminador 1- caja 2 está durando en el proceso 24 horas y se tiene que realizar paradas para cambio de canal; esta demanda de tiempo que se emplea es de una hora diaria reduciendo así el tiempo de vida útil del cilindro; no se tiene control del caudal y presión por falta de equipo de medición, existe una pérdida del flujo de agua que no llega a refrigerar la canal por el diseño complejo de las duchas de refrigeración; los aspersores no realizan una óptima refrigeración en los canales causando que el flujo del agua choque en la superficie del cilindro, se disperse y no refrigere adecuadamente el canal(Figura 05).

La justificación de la investigación respecto a la contribución social, las modificaciones en el sistema de refrigeración permiten al colaborador de planta trabajar en un ambiente de trabajo en buenas condiciones de operación, reducir frecuencia de cambios de canal en el proceso, los cuales están relacionadas con la baja productividad de los cilindros de laminación que presenta, así mismo se obtendrá una mayor satisfacción de los clientes ya que obtendrán su producto en el tiempo y con buena calidad.

Se justifica de forma ambiental, puesto que la mejora del sistema de refrigeración aplicados en el control del caudal y presión del agua utilizada nos va a permitir

tener un mejor control de este recurso en los trenes de laminación y evitar el desperdicio de esta.

Se justifica de forma económica, puesto que la mejora del sistema de refrigeración minimizará los costos en adquisición de cilindros, debido a que se incrementará la vida útil de los cilindros de laminación en el proceso y maximizará horas de producción.

El presente proyecto tiene como objetivo general determinar como el rediseño del sistema de refrigeración incrementa la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica. Este objetivo general requiere de los siguientes objetivos específicos, el primero, realizar un diagnóstico a los procesos y productividad de la empresa; segundo, implementar el rediseño del sistema de refrigeración, y tercero, evaluar el impacto sobre la productividad luego de las modificaciones al sistema de refrigeración de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.

La investigación se plantea como hipótesis general, el rediseño del sistema de refrigeración incrementará la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, presentamos los siguientes artículos científicos y trabajos de investigación como fuente de estudios realizados para este proyecto de investigación.

Caballero (2019) en su investigación Con el título "Minimización de defectos en envases de vidrio", el rediseño del sistema de enfriamiento del premolde y la mejora de la eficiencia de la máquina formadora concluyó que, al rediseñar el sistema de enfriamiento durante la etapa de preformado, se puede mejorar la eficiencia de producción de la máquina para el número de envases de vidrio por actividad Una reducción del 2% permite producir 48.780 botellas por campaña. Se ha determinado que modificando el equipo variable que forma parte del proceso de fabricación del envase de vidrio se puede incrementar la presión del aire durante el enfriamiento del premolde en un 74%. Al modificar el equipo durante el proceso de enfriamiento, se puede mejorar la distribución del aire de enfriamiento del premolde, reduciendo así los defectos en el proceso de fabricación del envase de vidrio.

Correa (2018) en su investigación identificó que el sistema de refrigeración automático no presenta un cierre para el caudal de agua de refrigeración, con lo cual provoca un enfriamiento veloz de las palanquillas, provocando la reducción drástica de la productividad de las tres plantas de colado incumpléndose los estándares establecidos y normalizados por la empresa produciéndose un acero de mala calidad. Por lo tanto, el control del flujo de agua es de vital importancia tal que permite realizar las operaciones de manera eficaz en cada línea, así como permite la separación de los aceros según su tipo de grado y clase. En la elaboración del presente proyecto se plantea una solución, mediante la formulación de un sistema de refrigeración que permita la mejora de la productividad, derivado de la obtención de un producto de calidad, así como la disminución de costos de fabricación.

Lantan (2020) en su investigación diseño del sistema transportador para equipos refrigeración en planta FOGEL de Centroamérica s.a. concluye lo siguiente: La operatividad de un sistema de refrigeración es función del desempeño del termostato, el cual permite mantener la temperatura del agua en valores de que

pueda mantener el equipo a refrigerar en condiciones óptimas de temperatura. Para este caso la diferencia de temperaturas entre un foco caliente y otro frío debe ser entre 10 a 8 °C, con el cual un sistema de refrigeración actúa con un buen desempeño.

Ramírez(2018), en su investigación propone mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración de cilindros en el proceso de laminación en planta perfiles, siderúrgica de Guatemala, y concluye que el sistema de refrigeración tiene un papel preponderante en la conservación de los cilindros de laminación porque no solo refrigera la superficie caliente en la cual interactúan la palanquilla y el cilindro, sino que remueve la superficie del cilindro con la finalidad de que la escoria producida no se adhiera al cilindro, dándoles como resultado de la mejora incrementar la productividad, como resultado de instalar 2 bombas en serie con lo cual se tiene una presión mayor a 6 bares que se utiliza en los cilindros de alta dureza, reduciéndose el tiempo de cambio de calibres.

Suarez (2020) en su investigación para la automatización del circuito directo e indirecto de agua para un tren de laminación concluye que la refrigeración de un tren de laminación es de suma importancia en la alta productividad de la operación de laminación. Este proceso continuo se realiza a elevadas temperaturas, con lo cual se sugiere instalar hasta más de dos circuitos de refrigeración previamente verificando su ubicación, se instaló dos circuitos de agua, primero se tiene un circuito cerrado o circuito directo, en el cual el flujo de agua de refrigeración entra en contacto directo con el producto laminado, y además se cuenta con el circuito cerrado o circuito indirecto el cual es usado para refrigerar los mecanismos y componentes oleo hidráulicas de la máquina laminadora.

Saavedra (2019) en su estudio titulado “Evaluación de Nuevas Alternativas de Enfriamiento para Hidráulica en Planta de Terciados Nueva Aldea”, concluyó que la razón principal de la baja tasa de disipación de calor en hidráulica es el bajo caudal de agua debido a los productos de corrosión de los tubérculos, causados por las propiedades fisicoquímicas. del acero Debido a la naturaleza (porcentaje de contenido de carbono) y la naturaleza del agua, la tendencia a la formación de costras es pequeña y es fácil de corroer, y se determina que el oxígeno

disuelto es el factor principal. El uso de enfriadores de aire como alternativa de enfriamiento no pudo manejar las condiciones críticas para la operatividad de la hidráulica en las áreas de torno y estampado, y no pudo manejar los requerimientos del 60% de la hidráulica en estudio. Por ello, esta alternativa queda excluida de una solución integral a este problema.

Zarabanda (2017) en su investigación para la optimización del proceso de enfriamiento en los cilindros de la caja de desbaste del tren de laminación dos en la Planta Tuta de la Empresa Gerdau Diaco concluye que se tomó la decisión de modificar el sistema de refrigeración para las cajas de laminación de desbaste a cambio de un sistema de mayor eficiencia, pues si bien éste permitirá una reducción de la temperatura del laminador, la razón entre la capacidad de enfriamiento y cantidad de agua es baja. Se han conseguido mejoras relevantes en lo referente a tener una temperatura de equilibrio adecuada entre agua refrigerante y metal, pero un se tienen variables que no han podido ser controladas y de alguna manera mantener una temperatura óptima de enfriamiento en la caja de desbaste del tren laminador 2 y 1 es aún un trabajo pendiente. Se optó por un cambio en el sistema actual compuesto por un tubo de 2" en forma de flauta que inyectan agua sobre los canales del cilindro laminador, con una configuración de cintas metálicas con boquillas de cono lleno, con el cual se consigue de mejor cobertura refrigerante, controlable y con menor pérdida de agua.

Aguirre (2021) en su estudio de ingeniería sobre métodos para aumentar la productividad en la fabricación de bobinas mecánicas metalizadas, Independencia, 2021, concluyó que los problemas encontrados en los diagramas de Ishikawa y Pareto. Aplicar técnicas de ingeniería de métodos para identificar actividades que no agregan valor, identificar transferencias y tiempos de espera. Calcula tiempos estándar para cada actividad y proceso para ganar en eficiencia, eficacia y productividad. A través de la ingeniería de métodos, mejora el proceso y el tiempo de las actividades, calcula nuevos tiempos estándar y luego compara las dimensiones de eficiencia y efecto antes y después de la mejora, aumentando así la productividad. La eficiencia aumentó del 72 % al 81 %, la eficiencia aumentó del 73 % al 88 % y la productividad aumentó del 53 % al 71 %.

Aquino (2018) en su investigación aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el campo de los servicios técnicos de la empresa SG Refrigeración, San Juan de Lurigancho - 2018 realizó un análisis inferencial de la variable dependiente, en este caso la productividad con el software SPSS, aplicando Shapiroway After the Test de Erke, los datos obtenidos durante el semestre (pre y post test) fueron paramétricos, por lo que se utilizó la T de Student. Finalmente, se concluye que la aplicación de la ingeniería de métodos puede mejorar significativamente la productividad. Es recomendable mantener las operaciones de trabajo en condiciones óptimas de trabajo de acuerdo con las tareas y procedimientos de producción predeterminados y los estándares asumidos por la empresa.

Coveñas (2018) en su investigación concluye que se realizaron capacitaciones para el personal en lo referente en mejora continua de la productividad, así como 5'S y el Control visual, a través de un trabajo de grupo aplicando el Lean se estructuro un diagrama de operaciones del proceso de metal mecánica analizando y de esta manera poder controlar el cuello de botella, se decidió aumentar un operario y un equipo a la operación que representaba el cuello de botella del proceso. La ejecución de las actividades programadas según la teoría de restricciones, se consigue un incremento de la productividad total desde un valor de 1.1266 a 1.5100, con lo cual el incremento conseguido fue de 34% lo cual fue comprobado con la T-student con un valor de significancia de $p=0.000$. Debido a los resultados a futuro se diseñará un plan de aplicación de la Teoría de restricciones (TOC) en las diversas áreas de la empresa Cromoplast S.A.C con la finalidad de incrementar progresivamente la productividad, ya sea en el área productiva como administrativa.

Morales (2017) en su investigación análisis de la Productividad del sistema de refrigeración en la Empresa Tecnológica de Alimentos S.A. Callao, 2017” concluye que la productividad es el indicador que permite a las empresas conocer su grado de operatividad y desempeño de sus procesos, del mismo se puede verificar el grado de aprovechamiento de los recursos y su eficiencia y eficacia; esto se ve representado en la productividad. Por lo tanto, es de suma importancia evaluar periódicamente la productividad para poder identificar los

puntos críticos que se presenten en el en el proceso de laminación. Haciendo uso del Diagrama de Ishikawa se determinó las causas y subcausas que afectan al desempeño y confiabilidad del sistema de refrigeración de la Empresa. Por medio del diagrama de Pareto se identificó las causas principales que afectan al 80% de la productividad de la planta, representando las principales causas los valores de medida (control de temperatura) y métodos de trabajo, con lo cual se buscan soluciones para controlar las causas principales y con esto incrementar la productividad

Quispe (2018) en su investigación concluye que los resultados indican la existencia de deficiencias en el periodo del proceso por no contar con un análisis de tiempos y movimientos. El tiempo actual calculado, es de 51.4 segundos para el procesamiento de barras de acero corrugadas, además productividad de trabajo real de 25 Tn/h de material procesado con 12 colaboradores por jornada de 8 horas de trabajo, una productividad por operador de 16.67 Tn/operario/h, productividad económica de 1.21 y con lo cual se alcanza un rendimiento de materia prima del 96.62%. Luego de la mejora implementada, la productividad de operador se incrementó 1.50% y el rendimiento de materia prima en 0.05%. Por lo tanto, las mejoras conseguidas al aplicar el método de trabajo permiten el aumento de la productividad para el proceso de laminación del TM1 en 1.5%, identificando los porcentajes de mejora de los indicadores de productividad de tal manera que se plantea implementar actividades resultantes de nuevos métodos de trabajo en la búsqueda de la excelencia.

Roncal (2018) en su investigación de aplicación del ciclo de mejora continua de Deming para incrementar la productividad de las líneas de extrusión en la empresa Plásticos Perú Alfa S.R.L. S.J.L., 2018 concluye que luego de aplicar las estrategias de la mejora continua se ha tenido un incremento de las horas trabajadas en relación a las horas programadas, generándose mayor productividad en la organización, siendo el mejor indicador de la eficacia de implementar actividades de mejora continua, además se determinó que la aplicación del ciclo de mejora continua de Deming permite el incremento de la eficiencia en las líneas de extrusión para la empresa aumentado la productividad 3%.

En la elaboración del siguiente proyecto de investigación se emplearán las siguientes teorías relacionadas a nuestras variables.

Para la variable procesos, se expresa que es la secuencia de tareas dirigidas a crear un valor agregado sobre una entrada con el objetivo de conseguir un producto, y una salida para que de esta forma se pueda cumplir con lo demandado por el consumidor definitivo. Los procesos son aquellos que encamina a la empresa a distinguir, hacer, confabular, delimitar, monitorizar, optimizar y realizar más productivos las operaciones del organismo para conseguir el respaldo del cliente y está basada en la mejora continua (Acevedo y Torres, 2021).

Con base en lo ya descrito, describiendo todo el proceso del ciclo Deming, también conocido como mejora continua o método PHVA, para Carreño et al.(2019, p. 84), mostrando que el ciclo Deming consta de 4 fases, es decir, son planificar, hacer, controlar y actuar, cuyo propósito es proponer alternativas de solución para atender los problemas identificados en cualquier organización, como se señaló anteriormente, Castañeda y Flores (2019, p. 66) afirman que el propósito de La mejora es implementar correcciones dentro de la organización y medidas preventivas para satisfacer las necesidades de los clientes brindándoles productos o servicios. calidad. En resumen, si una organización quiere sobrevivir en un mercado competitivo, debe tomar acciones correctivas y preventivas sobre la base de la mejora continua para que la empresa pueda lograr un mayor crecimiento en el mercado.

Por su parte, De La Cruz y Loyola (2021, p. 37) señalaron que la meta que se plantea toda organización es incrementar la productividad de la empresa y brindar productos y/o servicios que cumplan con los estándares de calidad exigidos por la mercado, por lo tanto, basado en Deming Una cultura de innovación dentro de una empresa cíclica es fundamental, esto es respaldado por Dondiz et al.(2018, p. 29), quienes señalan que la aplicación de la mejora continua es crucial para lograr el logro organizacional. Por su parte, Díaz y Rodríguez (2020, p. 102) afirman que el método PHVA es un esfuerzo común para identificar metas para encontrar oportunidades de mejora en una organización o empresa que implementa la mejora continua, cumple con los

requisitos de los clientes y les brinda productos de calidad, utiliza el análisis de datos y toma medidas en base a eso Acciones correctivas y preventivas.

Considerando lo ya dicho, la implementación completa del ciclo de Deming consta de ocho pasos, la fase de planificación (paso 1), en la que la empresa debe realizar un diagnóstico situacional de la causa del problema, para ello se utiliza Pareto. Herramientas de ingeniería como diagramas, diagramas de Ishikawa (Galarreta, 2017, p. 20). En segundo lugar, Hernández et al. (2019, p. 91) mostró que una vez identificadas las causas de todos los problemas que enfrenta una empresa, se debe hacer una lluvia de ideas para encontrar las causas principales y con base en eso comenzar a capturar acciones correctivas. Lara (2017, p. 123) planteó que una vez identificada la causa principal, como tercer paso, se debe elaborar un cuadro de control para identificar las diferencias dentro de la empresa.

Por otro lado, Niño et al. (2019, p. 201) plantearon que el quinto paso consiste en implementar las alternativas de solución propuestas en el paso anterior, encaminadas a reducir o eliminar los principales problemas que aquejan a la organización. Como sexto paso, Poli et al. (2018, p. 103) indica que esta es la fase de validación, momento en el cual las empresas deben ser evaluadas a través de un formato de métricas para identificar las diferencias resultantes de la implementación de alternativas de solución. Sin embargo, Reyes et al. (2019, p. 184) indicaron que el séptimo paso es la fase de acción, durante la cual se debe realizar una reunión con la alta dirección y proponer todas las alternativas de solución identificadas y descubiertas durante la implementación del enfoque PHVA. Es necesario formar equipos de mejora para que puedan aplicar estas soluciones de forma coherente. Finalmente, Serrano et al. (2020, p. 265) establece que el paso final en la implementación adecuada de la mejora continua en una organización es la documentación obligatoria, que establece que todos los formatos aplicados durante el proceso de aplicación deben archivar como datos históricos de la organización. empresas con el fin de aplicar consistentemente estas herramientas de solución.

Una vez que se describe todo el proceso de implementación de la mejora continua dentro de una organización, se detallan los beneficios obtenidos al

utilizar este enfoque. Valencia et al. (2019, p. 177) señaló que los beneficios que se obtienen a través de la mejora continua son maximizar la eficiencia y eficacia de la organización, es decir, satisfacer las necesidades a tiempo y en buenas condiciones, luego crear un buen ambiente de trabajo para los empleados de la empresa; en segundo lugar, mantener sus activos fijos en movimiento mientras se cumplen los objetivos marcados por la organización, y finalmente fomentar una cultura de mejora continua a través de los incentivos de la actividad autónoma del grupo. Esto es respaldado por Souza, et al. (2019, p. 100) quienes expresan que la mejora continua mantendrá en constante adaptación a los mercados competitivos, y de esa forma podrá subsistir ante ello. Por todo lo descrito, se concluye que, si una organización desea potenciar su crecimiento, éste deberá aplicar constantemente la mejora continua.

Magliaccio (2020, p.1), el sistema de refrigeración cuenta con refrigerantes así como el agua poseen diversos estados: sólido, líquido y gaseoso, la magnitud de calor en kilocalorías para transformar de fase al agua del estado líquido al estado gaseoso es 1 kcal/kg °C con lo cual puede actuar como un refrigerante idóneo enfriar áreas o superficies que necesiten conservar una temperatura de proceso próxima a la temperatura del medio ambiente y por otro lado tiene el potencial de asimilar calor sin el riesgo que pueda cambiar de estado.

Juárez y Morales (2015, p.121), un sistema de refrigeración se constituye como una cantidad de control al cual para precisar su eficacia debe ejecutarse con un balance de energía, en este no se produce generación de trabajo sino transformación de calor entre los materiales en contacto y a diversas temperaturas, en el cual se involucra el cambio de energía cinética y energía potencial.

Santiago (2021, p.113), se conoce como Carga térmica al volumen de calor a quitar o extraer que puede ser por transición, o por cambio de calor latente o también cuando se produce un cambio de temperatura o por transformación de calor sensible, para un mecanismo de refrigeración es importante poner en práctica un mecanismo de cambio de calor sensible en este aspecto el refrigerante no se disipa, solo se calienta, para luego ser enfriado en una torre o castillo de enfriamiento o en albercas o piscinas del tipo spray pond.

Enríquez y Tremps, (2020, p.13), la laminación en caliente es el procedimiento de transformar el acero u otros metales reduciendo la sección transversal haciendo presión en una o varias cajas de laminado. El propósito de este proceso es ejercer una deformación constante en el material de partida, explotando la plasticidad del acero, que es mucho mayor estando con altas temperaturas. Para esto es necesario trasladar el material a laminado entre dos cilindros que giran en sentidos opuestos, a la misma velocidad y cuya aberturas o separación es inferior al diámetro del material de entrada. La presión que estos cilindros ejecutan sobre el material caliente origina que se reduzca el espesor aumentando su longitud.

Monsalvo, Miranda y Romero, (2014, pp. 69-79), la temperatura la define como una medida de energía calorífica contenida en los cuerpos, es la propiedad de los procesos que estiman si están en equilibrio térmico, cuando se aplica calor a un material, aumenta su temperatura, así las definiciones de temperatura y calor, aunque tengan mucha relación, son distintos: la temperatura es una propiedad de un material y el calor es un flujo de energía provocado por las diferencias de temperatura.

La presión es la referencia de la acción de una fuerza sobre la unidad de la superficie, el Pascal es la unidad resultante, pero también se puede expresar en bar, atmósferas, kilogramos por centímetro cuadrado, psi.

Cajas de Laminación, es el componente fundamental en la laminación, se identifica con el nombre de caja o stand de laminación, así mismo está constituido por cilindros y una estructura que funciona como soporte o castillo. Se conoce como Tren laminador a las cajas o serie de cajas y a todos los componentes de estos stands, así como a todos los componentes auxiliares que hacen posible su funcionamiento y regulación, por ejemplo, los motores de accionamiento de los cilindros, los caminos de rodillos para la entrada y salida del material, las seccionadores o cizallas de corte en caliente, etc. El stand está formado por dos o tres cilindros que normalmente están colocados en sentido horizontal, la caja está constituida por dos cilindros, un bastidor que sostienen el castillo, los asientos de los cilindros, un mecanismo de ajuste de los cilindros constituido por pernos espárragos y tuercas hidráulicas. Como es natural, estos

cilindros son elementos importantes y básicos de un tren de laminación. La plataforma o superficie del tren laminador puede ser lisa, deformada, acanalada o corrugada y se le denomina "Tabla". (<https://ikastaroak.ulhi.net>).

Hablando de la variable productividad.

Juez (2020, p.2), la productividad es un término que precisa en sí misma una unidad de actividad que cuantifica los bienes y servicios que se han elaborado por los recursos sin límite, toda vez que estos recursos sean tangible o intangibles. La productividad se determina por medio de periodos de tiempos y tiene como objetivo cuantificar el resultado de la eficiencia por haber usado los recursos. Cuanto menos recurso se requiera o necesite para fabricar o elaborar la misma o mayor cantidad de productos, mucho mejor será la eficiencia.

Marck (2020, p.10), la revolución de la productividad está asociada con el tiempo, determinar los primeros pasos hacia la productividad, examinando cuales son las tareas menos productivas y que requieren mayor tiempo y la misma no se direcciona con calendarización; todo se puede lograr ya sea a corto, mediano o largo plazo, realizar metas factibles, ejecutando la planeación previamente establecida ayudando al rendimiento de proceso.

Luna (2020, p.20), se conoce como eficiencia es la cantidad de horas trabajadas con relación a las horas hombre y horas maquinas existentes y que son usadas reduciendo la cantidad de horas no trabajadas o de paradas improductivas en el proceso de producción"

Para Cabanillas y Corcino (2021, p.22), la eficiencia hace posible contrastar la relación que existe entre los productos fabricados y los costos operativos, el resultante normalmente será el costo de la unidad de producto fabricado. La eficacia posibilita identificar las metas logradas, según los objetivos proyectados para un programa específico de producción realizado del cual está supeditado a eventualidades tal como fallas y defectos de los equipos que perjudican su cumplimiento, por lo que la eficacia hace posible la comparación de objetivos proyectados con los resultados finales obtenidos, identificando y evaluando las pérdidas con el propósito de eliminarlas o controlarlas a través de un proceso de mejora continua, o por medio de otros mecanismos de optimización de la productividad.

En cuanto a la productividad, Numpaque (2018, p. 45) plantea que esta es la relación entre la cantidad de productos fabricados y la cantidad de recursos utilizados en el proceso productivo, cuyo resultado puede medirse en unidades de producción o ganancia, además, los recursos utilizados se pueden medir por Se cuantifica el número de operarios, el tiempo total empleado y las materias primas utilizadas.

Por el contrario, para Piyush (2018, p, 222), indica que la productividad es una medida de la relación entre los niveles de uso de los factores que inciden en la fabricación de un producto, por lo que es necesario controlar por ello, cuanto mayor sea la productividad de la organización, menor será el costo de producción y más intensa será la competencia en el mercado. Ante lo descrito, la productividad representa lo que la empresa realizó en productos terminados, entre las cosas o materiales que invirtieron, y mediante esa ratio se obtiene si la empresa está ganando o perdiendo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Se aplicó este tipo de estudio porque nuestro objetivo era determinar un sistema de enfriamiento adecuado para aumentar la productividad de los rodillos. Hecklau (2020, p.150), La investigación es aplicada, cuando se utiliza el conocimiento científico y técnico para aplicarla y resolver problemas reales. Este tipo de investigación es llevado a cabo por instituciones industriales o por organizaciones de investigación aplicada. Yang (2020, p.3), este estudio utiliza un enfoque cuantitativo porque se puede medir con la ayuda de indicadores en un contexto determinado para sacar conclusiones. Se utilizan datos de producción y registros de horas de funcionamiento de la planta.

Farooq (2016, p.156), el diseño de investigación fue experimental en la clasificación pre experimental con una pre prueba y pos prueba y un solo grado de control mínimo, a un grupo se le aplicó una experimentación previa al tratamiento (O1), luego de esto se le administrará el tratamiento (X) y por último se realizará la experimentación posterior al tratamiento (O2).

Se tiene la siguiente esquematización:

G: $O1 \rightarrow X \rightarrow O2$

G: Tren de laminación 1

O1: Productividad inicial de cilindros de laminación.

X: Sistema de refrigeración.

O2: Productividad de cilindros de laminación con modificación del sistema de refrigeración.

3.2 Variables y Operacionalización

Variable independiente: Procesos.

Secuencia de tareas dirigidas a crear un valor agregado sobre una entrada con el objetivo de conseguir un producto, y una salida para que de esta forma se pueda cumplir con lo demandado por el consumidor definitivo (Acevedo y Torres, 2021).

Variable dependiente: Productividad.

La productividad es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas (Fontalvo, et al, 2017).

La matriz de Operacionalización de variables se encuentra estructurada de una forma detallada en el Anexo 02.

3.3 Población, muestra y muestreo

Bernal (2010, p.160), indica que la población es un conjunto de todas las unidades de muestreo las cuales cuentan con ciertas características semejantes, en las que el investigador aplicó la inferencia. Por tal motivo para la investigación, la población estuvo formada por los trenes de laminación 1 y 2 de la Planta de laminación en la empresa siderúrgica del Perú, 2021 ubicada en la localidad de Chimbote.

Dentro de los criterios de inclusión, se consideró a los procesos referidos al tren de laminación 1.

Dentro de los criterios de exclusión, no se tomó como objeto de estudio a los procesos que no están vinculados a los del tren de laminación 1.

Muñoz (2015, p.168), indica que la muestra, es una parte representativa de la población el cual representa un universo y seleccionado permite adquirir información acerca de las variables de una investigación. Para la investigación se consideró como muestra el tren de laminación 1-Caja 2 de la Planta de laminación de la empresa siderúrgica del Perú, por estar relacionados a los cilindros de laminación en estudio.

Cabezas, Andrade y Torres (2018, p.100), describió el muestreo utilizado para obtener la muestra, no probabilístico (por conveniencia). En este tipo de muestreo se selecciona a la muestra por comodidad es decir su selección es debido a un procedimiento de selección no formal, el sujeto elegido en el muestreo presenta una determinada característica establecida en la problemática de la investigación.

La unidad de análisis perteneció a los registros históricos referidos al tren de laminación 1.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas empleadas en esta investigación de estudio fueron las siguientes técnicas:

Observación directa. Se decidió a esta herramienta con el propósito de observar y evaluar el mantenimiento de los sistemas de refrigeración, el uso de esta técnica es ventajosa porque nos permite determinar que se está haciendo, cómo se está haciendo, quién lo hace, cuándo se lleva a cabo y cuánto tiempo toma. Esta técnica también nos permite revisar el estado de los canales de laminación y el desgaste prematuro de los mismos, diseño actual de las duchas de refrigeración y cómo influye en el proceso.

Entrevista: se realizó este recurso con los trabajadores de laminación y mecánico de guías y montaje, ya que son ellos quienes proporcionan y realizan los mantenimientos preventivos y correctivos a los sistemas de refrigeración de cada tren laminador.

Análisis documental: Revisión y evaluación del Procedimiento de Rutina del Cambio del Sistema de Refrigeración y cambio de canales, revisión de los planos de diseño de las duchas de refrigeración, verificación del programa de inspecciones de los sistemas de refrigeración.

Los instrumentos empleados en la investigación fueron:

Guía de focus group: con este instrumento nos ayudó a determinar la situación actual del proceso de laminación por medio de los trabajadores que intervienen directamente con el sistema de refrigeración, ya que ellos son los expertos en estas actividades.

Hoja de datos: mediante este instrumento se procedió a recopilar todas las informaciones brindadas por la empresa que son la data histórica de la productividad.

Procedimientos: mediante este instrumento se procedió a analizar los procedimientos que cuentan para el montaje y desmontaje del sistema de refrigeración.

3.5 Procedimientos

Como primer paso se procedió a recolectar la información inicial de la empresa en estudio para poder hallar todas las causas que generan una baja productividad dentro del proceso productivo. Como segundo paso, se recopiló la data histórica de la productividad a fin de determinar si está dentro de los parámetros establecidos por la empresa, o es que se debe tomar un plan de acción para tomar acciones correctivas. Como tercer paso, se procedió a diseñar el sistema de refrigeración basado en la mejora continua a fin de salvaguardar la productividad lo más alto que se pueda. Finalmente, en este paso se halló el incremento de la productividad con respecto al diagnóstico inicial, a su vez, se validó la hipótesis de investigación.

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis empleado en la investigación fue el análisis descriptivo e inferencial. El descriptivo se empleó para describir todos los resultados hallados en la investigación y en el análisis inferencial ayudó a validar la hipótesis de investigación mediante la herramienta estadística t student – software estadístico SPSS 22.

3.7 Aspectos Éticos

El presente proyecto de investigación se considera los siguientes aspectos éticos:

La información y los datos en la presente investigación son verdaderos.

Consideración de los trabajadores, promoviendo el respeto, discreción y protección de la información del proyecto.

Honradez e integridad en la información, que nos ha valido para mejorar y perfeccionar el presente proyecto.

Confidencialidad, de la información en el diseño y métodos; la privacidad y los conflictos de intereses.

IV. RESULTADOS

4.1. Realizar un diagnóstico a los procesos y productividad de la empresa

Para realizar el diagnóstico situacional, se procedió a describir el proceso productivo en la planta de Laminación Largos (ver anexo 5); inicia el proceso con la verificación de los equipos y tableros de control del horno de recalentamiento, en esa verificación se controla la longitud de palanquilla, siempre con una previa coordinación con el operador del parque y grúa. Luego, la palanquilla es transferida por un camino de rodillos para la actividad deformación mecánica en el tren 450 caja # 1 y 2, en este proceso se tiene que realizar cambio de canales, guías, cilindros, verificar sistema refrigeración y verificar e inspeccionar que el producto esté conforme a los estándares de calidad. Para la actividad tren 300 se tiene que cambiar los canales, guías, reemplaza cilindros, verificar e inspeccionar los alineamientos de los cilindros para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración, seguido a ello, se tiene que verificar el sistema de lubricación para que las máquinas funcionen correctamente, finalmente, se tiene que controlar el bucle de laminación. Para la actividad de mesa de enfriamiento 1, se tiene que cortar las barras a longitud de mesa, revisar el despunte en cizalla, cambiar cuchillas cizalla y verificar el peso métrico de la barra. Finalmente, para la actividad acabado, se tiene que preparar etiquetas, pesar los paquetes y cumplir con los estándares de calidad.

Una vez identificado los procesos que se realizan en la planta de laminación, la actividad realizada por los operadores que intervienen directamente en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 del tren 450, que son los laminadores y mecánico de guías y montaje; se procedió a realizar una guía de focus group, conformado por 5 trabajadores que son los expertos que intervienen en esta actividad (ver anexo 6).

Tabla 2. *Guía de focus group.*

Preguntas	Sí		No		No	
	f	%	f	%	f	%
1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado (duchas y accesorios)?	0	0	5	100	5	100
2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?	5	100	0	0	5	100
3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?	5	100	0	0	5	100
4. ¿En qué escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?	2	40	3	60	5	100
5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?	5	100	0	0	5	100%
7 ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?	0	0	5	100	5	100
Promedio		57		43		

Fuente: guía de focus group (ver anexo 6).

En la tabla 2 se muestra que el 100% de los trabajadores consideran que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 no cumple las condiciones técnicas, el diseño de la ducha, los agujeros de salida del chorro del agua y esto conlleva a reducir la vida útil del canal (ver anexo 14). El 100% de los colaboradores expresaron que la productividad del área si aumentaría mejorando el diseño del sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2, ya que se estaría dando el cumplimiento de los objetivos exigidos por la empresa, en seguridad de los trabajadores y productividad del proceso de laminación. El 100% de los encuestados indicaron que, si es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua durante el proceso de laminación de la barra. El 100% de los trabajadores manifestaron que, si se ha presentado rotura de cilindro en el proceso porque se presentó falla en el sistema de refrigeración, aplicando la herramienta de tratamiento de fallas (ver anexo 15). El 100% de los colaboradores expresaron que no se cuenta con un estándar o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración, por lo que dificulta que los colaboradores realicen sus actividades durante el montaje del sistema de refrigeración.

Tabla 3. *Guía de focus group, pregunta 6.*

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?		
Respuesta	f	%
Ducha	5	100
Niples	0	0
Soportes	0	0
Mangueras	0	0
Total	5	100

Fuente: guía de focus group (ver anexo 6).

En la tabla 3 se muestra que el 100% de los trabajadores manifestaron que elemento crítico para el sistema de refrigeración es la ducha.

Tabla 4. Presiones de refrigeración – Laminador 1.

PRODUCTO LAMINADO	PRESION BAR	PRESION BAR	PRESION BAR
	PROCESO DESBASTE	PROCESO INTERMEDIO	PROCESO ACABADOR
Barra corrugada B.C. 1/2"	2	2	2.5
Barra corrugada B.C. 5/8"	2	2	2.5
Barra corrugada B.C. 3/4"	2	3	2.5
Barra corrugada B.C. 1"	2	3	2.5



Fuente: datos obtenidos de los manómetros de presión.

En la tabla 4 se describe la presión (unidad bar) por cada etapa de proceso según el producto a laminar, las mismas se encuentran ubicadas en línea con las cajas de laminación.

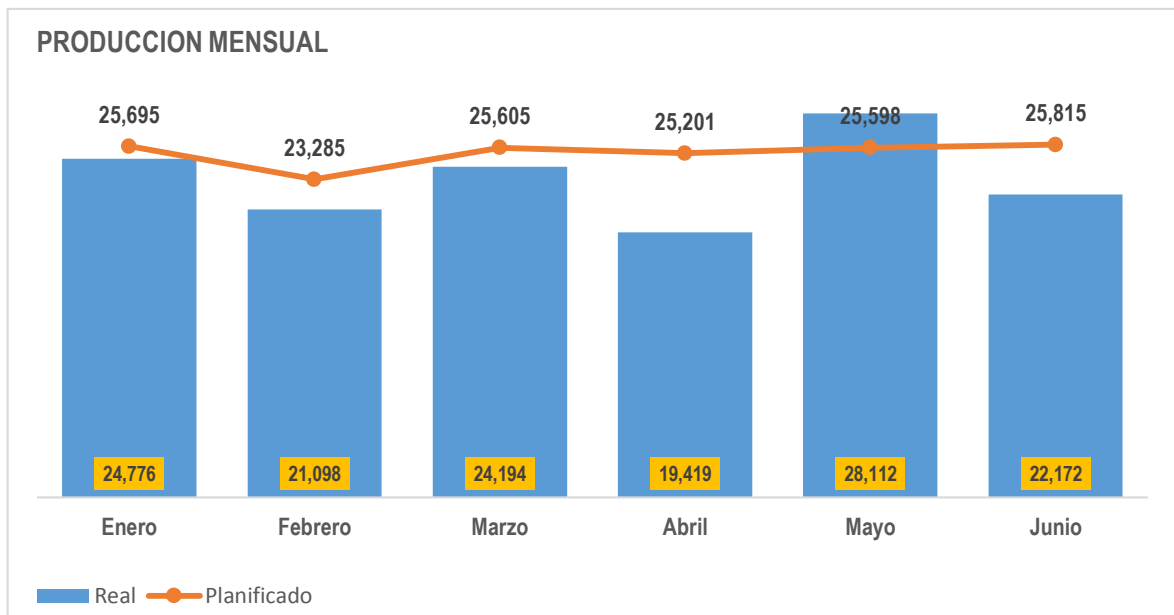


Figura 7. Producción inicial.

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica (ver anexo 12).

En la figura 7 se muestra que la producción real del mes de enero a junio del 2022 fue de 139,769 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 151,119 siendo la diferencia de producción de 11,411 toneladas no producidas, esto indica que la productividad inicial es del 92%.

4.2. Implementar el rediseño del sistema de refrigeración

Para el rediseño del sistema de refrigeración, se consideró aplicar dentro de nuestra mejora, a los autores Medina (2019) quienes en su artículo científico expresan que para la variable procesos y su mejora correspondiente se debe considerar estas cinco dimensiones, los cuales son: procesos de organizar; procesos de determinar; procesos de representación; procesos de mejora y procesos de control.

Procesos de organizar: este proceso consiste en organizar todos los procesos desde el desbaste, intermedio y acabador en la planta de laminación, desde la entrada de la materia prima que es la palanquilla en el horno de recalentamiento hasta obtener el producto terminado de barra de construcción.

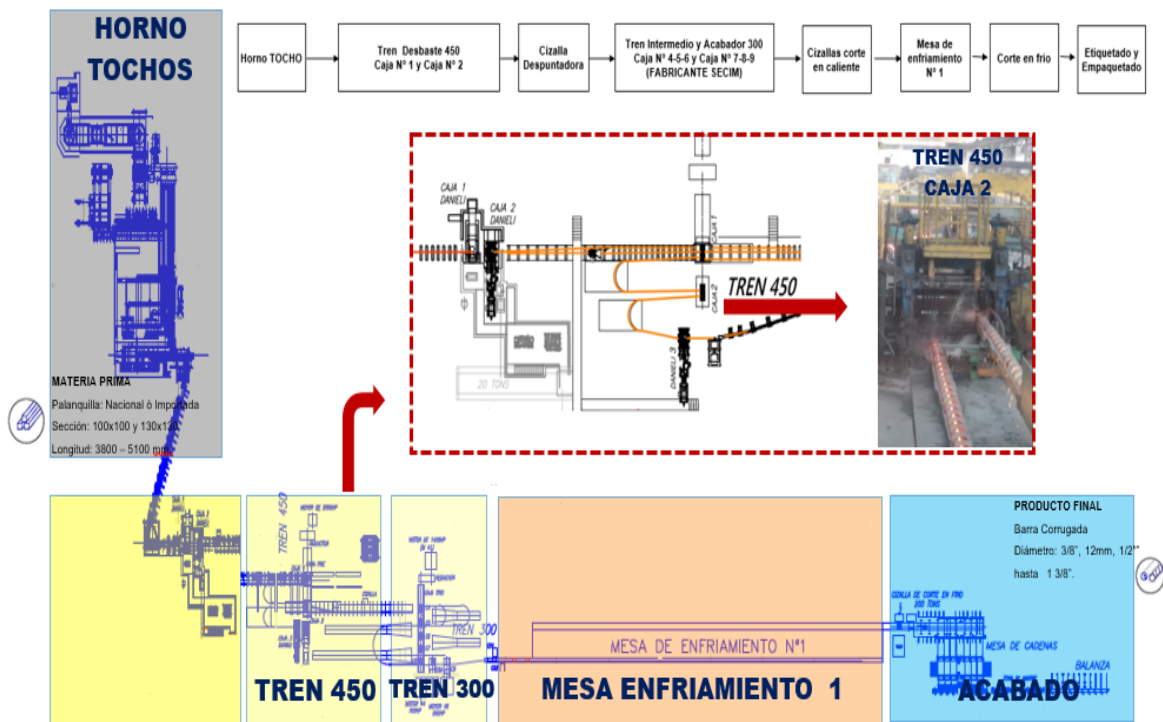


Figura 8. Flujograma del sistema de refrigeración.

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica (ver anexo 5).

En la figura 8 se describe cada uno de los procesos desbaste, intermedio y acabador donde interviene el sistema de refrigeración, identificando la caja de desbaste 2 donde se va a realizar el rediseño en el sistema de refrigeración para incrementar la productividad de los cilindros de Laminación de la empresa

siderúrgica, y la descripción de cada etapa se muestra en la siguiente tabla adjunta.

Tabla 5. Mapeo de actividades del sistema de refrigeración.

MAPEO DE ACTIVIDADES

Horno Tochos

Verificar equipos y tableros de control del horno. Control longitud de palanquilla Coordinar con el operador del parque y la grúa, la alimentación de la mesa de carga
--

Tren 450 Caja N° 1 y 2:

Cambiar canales Cambiar guías Reemplazar cilindros Verificar producto Inspeccionar alineamiento de cilindros Verificar el funcionamiento del sistema de refrigeración Verificar estado del sistema de lubricación Ajustar luz
--

Tren 300:

Cambiar canales Cambiar guías Reemplazar cilindros Verificar producto Inspeccionar alineamiento de cilindros Verificar el funcionamiento del sistema de refrigeración Verificar estado del sistema de lubricación Ajustar luz Controlar bucle de laminación en doblado
--

Mesa de Enfriamiento 1:

Cortar las barras a longitud de mesa Revisar despunte en cizalla Cambiar cuchillas cizalla Verificar peso métrico de la barra
--

Acabado

Preparar etiquetas Pesar los paquetes Identificar de paquetes

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica (ver anexo 5).

En la tabla 5 se describe cada una de las actividades que se tiene que realizar dentro del sistema de refrigeración de los cilindros de Laminación de la empresa siderúrgica, de esta forma se pudo determinar que en total hay 5 procesos que son horno tocho, tren 450 caja N° 1 y 2, tren 300, mesa de enfriamiento 1 y acabado; también se halló la actividad verificación del funcionamiento sistema de refrigeración.

Procesos de determinar: en este proceso, se procedió a determinar las acciones correctivas para mejorar el sistema de refrigeración en los cilindros de laminación de la empresa siderúrgica.

Tabla 6. Procedimiento para el retiro y entrega de duchas de refrigeración del laminador 1 y 2.

1. OBJETIVO	2. CAMPO DE APLICACIÓN	3. RESPONSABILIDADES
<p>Conocer y aplicar los pasos necesarios para realizar el retiro y entrega de duchas de refrigeración según programa establecido perteneciente al laminador 1 y 2. Considerando las medidas de seguridad que den como resultado la prevención de accidentes y/o enfermedades ocupacionales, mitigando los aspectos ambientales que están nuestro alcance.</p>	<p>Este procedimiento se aplica para las actividades del retiro y entrega de duchas de refrigeración según programa establecido perteneciente al laminador 1 y 2, que permita realizar las labores con seguridad.</p>	<p>Es responsabilidad del personal cumplir con el procedimiento PR-125-019 para el retiro y entrega de ducha de refrigeración según programa establecido perteneciente al laminador 1 y 2.</p>
4. RECURSOS/CONDICIONES NECESARIAS	5. ASPECTOS GENERALES DE SEGURIDAD	6. ASPECTOS GENERALES EN EL PUESTO
<p>Mantenedores mecánicos capacitados, habilitados y autorizados para la ejecución de la tarea.</p> <p>(*) Todas las actividades de servicio deben ser coordinadas con todo los involucrados en el proceso.</p>	<p>El colaborador deberá cumplir con la Política de Seguridad de la empresa SIDERPERÚ, Reglas Generales de Seguridad, Reglas Específicas del Área para garantizar la seguridad total en el ambiente de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Deberá informar evento o incidentes de seguridad al gestor. -Deberá fomentar el cuidado activo en el área. -Deberá participar en 5S en el área de trabajo. -Deberá segregar los desechos industriales según clasificación en los Kit de Residuos.

EQUIPOS/ACCESORIOS




EQUIPOS

- EQUIPO GRÚA PUENTE
- EQUIPO MONTACARGA MANUAL

ACCESORIOS

- CONOS DE SEGURIDAD
- MESA DE TRABAJO



¿Qué hacer?	¿Quién?	¿Cómo hacer?	¿Cuándo?	¿Dónde?	Aspectos de Seguridad y Ambientales
1. Generar orden De Mantenimiento De Duchas de refrigeración. 	Mantenedor Mecánico	Paso 1: La orden se generará a través del software SAP	Según fechas establecidas en programa del mantenimiento o de repuestos	En oficina de mantenimiento	 Los colaboradores del área deberán segregar los residuos según PR-542-002.
2. Herramientas para Iniciar la tarea de retiro y mantenimiento De Duchas de refrigeración.	Colaboradores de la empresa tercera	Paso 2: Los colaboradores de la empresa tercera deberán contar con herramientas y equipos que estén totalmente en buen estado antes de empezar sus actividades.	Antes del ingreso a la planta largos de SIDERPERU	Empresa SIDERPERÚ	 -Cumplimiento matriz de epps del área. - No está permitido realizar las actividades con herramientas hechas.

3. Ingreso a la planta Laminación Largos



Colaboradores de la empresa tercera
 (*) Participan en esta Actividad solamente Colaboradores Autorizados.

Paso 3:

-Confirmado en el almacén MRO y coordinación con el usuario de la planta para el retiro de las duchas de refrigeración.

-Ingreso con la unidad móvil realizando apertura de la tranquera, en la zona señalada por el área.

-Recoger las duchas usando equipo montacarga tipo apilador, mesa carrito de traslado o el servicio de grúa operada por personal de la planta.

-El retiro de las duchas se realiza en coordinación y confirmación con el técnico usuario de la planta hacia almacén.

Después de la Confirmación del retiro por parte del Almacén

Planta largos de la empresa SIDERPERÚ



- Cumplimiento matriz de epps del área.
- Pre uso del equipo móvil.
- Tener encendido intermitentes.
- Pre uso de los equipos y/o Equipos.
- Zona libre de grúas y equipo Locomotora.



Los colaboradores del área deberán segregar los residuos según PR-542-002.

4. Retiro de las duchas de refrigeración de la planta



Colaboradores de la empresa tercera
 (*) Participan en esta Actividad solamente Colaboradores Autorizados.

Paso 4:

-Con la carga en el elevador se moviliza las duchas hasta el equipo móvil de la empresa tercera.

-Finalizando la tarea, se procede a subir la escalera y abrir la tranquera con un guía.

- Luego de salir el vehículo, el vigía deberá dejar cerrado la tranquera.

Una vez retirado las duchas de la planta largos de SIDEPERU

Empresa SIDERPERÚ



- Cumplimiento matriz de epps del area.
- Se debe dejar limpio la zona antes de retirarse.
- Pres uso de la escalera.
- Vigía para salida del vehículo.



.Los mantenedores del área deberán segregar los residuos según PR-542-002.

5. Entrega de duchas de refrigeración a Planta de Laminación Largos



Colaboradores de la empresa tercera.

(*) Participan en esta Actividad solamente Colaboradores Autorizados.

Paso 5:

-Confirmado en almacén MRO se procede a la planta de largos para la coordinación con el usuario para la entrega de las duchas.

-Ingreso con la unidad móvil realizando apertura de la tranquera, en la zona señalada por el área

-Descargar las duchas con equipo montacargas tipo apilador, mesa carrito de traslado o el servicio de grúa operada por personal de la planta.

-El responsable del área procede a firmar la guía de remisión, corroborando los materiales.

- Luego de salir el vehículo, el vigía deberá dejar cerrado la tranquera.

Después de la comprobación de las guías de remisión en almacén.

Planta largos de la empresa SIDERPERÚ



- Cumplimiento matriz de epps del area.
-Se debe dejar limpio la zona antes de retirarse.

-Pres uso de la escalera.

-Vigia para salida del vehiculo.

Los mantenedores del área deberán segregar los residuos según PR-542-002.

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica.

Determinar los aspersores de trabajo de acuerdo a la presión establecida en la caja de desbaste 2, según la aplicación requerida:

Tabla 7. Tipo de aspersores.

TIPO	CONEXIÓN	PROPIEDADES	APLICACIÓN
F	Rosca hembra	Alto impacto	Propósito de general
FX	Rosca macho	Alto impacto	Propósito de general
GA	Rosca macho	Reemplazo rápido	Propósito de general
GE	Cono plano	Propósito general	Propósito de general
GF	Rosca macho	Distribución parabólica	Propósito de general
GX	Tuerca y boquilla	Ventilador plano orientable	Propósito de general

Fuente: Catalogo boquillas de pulverización para aplicaciones industriales

En la tabla 7 se analizó cada una de las aplicaciones de las boquillas de abanico plano, determinando el tipo de boquilla GA para el rediseño del sistema de refrigeración de la caja de desbaste 2.

Propiedades de la boquilla GA:

Su diseño de cuerpo corto se acondiciona a la falta de espacio que existe entre el cilindro y la ducha de refrigeración permitiendo una distribución uniforme del chorro de agua y una fuerza de impacto en el cilindro de laminación.

Materiales:

AISI 303, AISI 316L

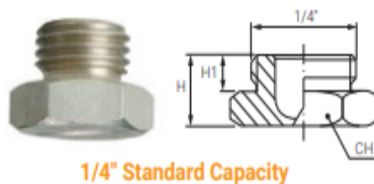


Figura 9. Modelo de aspersor GA.

Fuente: Catálogo boquillas de pulverización para aplicaciones industriales.

En el proceso de laminación la barra pasa por la canal a través de una secuencia de pases de laminación y forma de la canal del cilindro, el área que se cuenta en el proceso de laminación es importante para la distribución del chorro de agua en el sistema de refrigeración.



Figura 10. *Forma de canal de cilindro – caja desbaste 2.*

Fuente: Empresa siderúrgica – Planta de Laminación

La distribución de los aspersores en las duchas de refrigeración debe cubrir la forma de la canal en el pase de laminación con un chorro de agua que tenga el ángulo de pulverización como los aspersores GA para aumentar la vida útil de la canal.

Tabla 8. Datos sistema refrigeración.

PROCESO LAMINACIÓN	Desbaste – caja 2
BARRA ENTRADA AREA DEL CANAL	Oval 53.8x18 mm 866 mm ²
	
VELOCIDAD LAMINACION	2.2 m/s
PRESION	2 bar
CAUDAL	58 m ³ /h
DIAMETRO TUBO SIT. REFRIGERACION	1 1/2"
ASPERSOR 1/4"	 <p>GA Se escogió los aspersores diseño cuerpo corto para mayor fluidez del chorro del agua en la canal del cilindro.</p>
ANGULO ASPERSIÓN	60°
DISTANCIA ENTRE CILINDRO Y DUCHA	25 mm
PLANO DE DISEÑO	LL1-T450-REF01-P-0004
DIAMETRO CILINDRO	Min 440 mm – Max 490 mm

En la tabla 8 se muestran los datos del sistema de refrigeración como mejora en el rediseño del sistema de refrigeración de la caja de desbaste 2.

Tabla 9. *Temperatura de proceso antes y después de refrigeración.*

PROCESO	CAJA LAMINACION	PASE	TEMPERATURA AGUA	DUCHA	TEMPERATURA MEDIANA CILINDRO °C	TEMPERATURA MAXIMA CILINDRO °C
DANIELIS	DANIELI 1	PASE 1	14	AGUJERO	100	550
	DANIELI 2	PASE 2	14	AGUJERO	100	550
	DANIELI 3	PASE 3	14	AGUJERO	100	550
TREN 450	C1	PASE 1	14	AGUJERO	95	550
		PASE 2	14	AGUJERO	95	550
		PASE 3	14	AGUJERO	95	550
	C2	PASE 4	14	AGUJERO	95	550
		PASE 1	14	AGUJERO	95	550
		PASE 2	14	AGUJERO	95	550
TREN 300	C4	PASE 1	14	AGUJERO	80	300
	C5	PASE 1	14	AGUJERO	80	300
	C6	PASE 1	14	AGUJERO	80	300
	C7	PASE 1	14	AGUJERO	80	300
	C8	PASE 1	14	AGUJERO	80	300
	DANIELLI 9	PASE 1	14	AGUJERO	80	300

En el cuadro se muestran las temperaturas del proceso antes de la mejora en el rediseño del sistema de refrigeración.

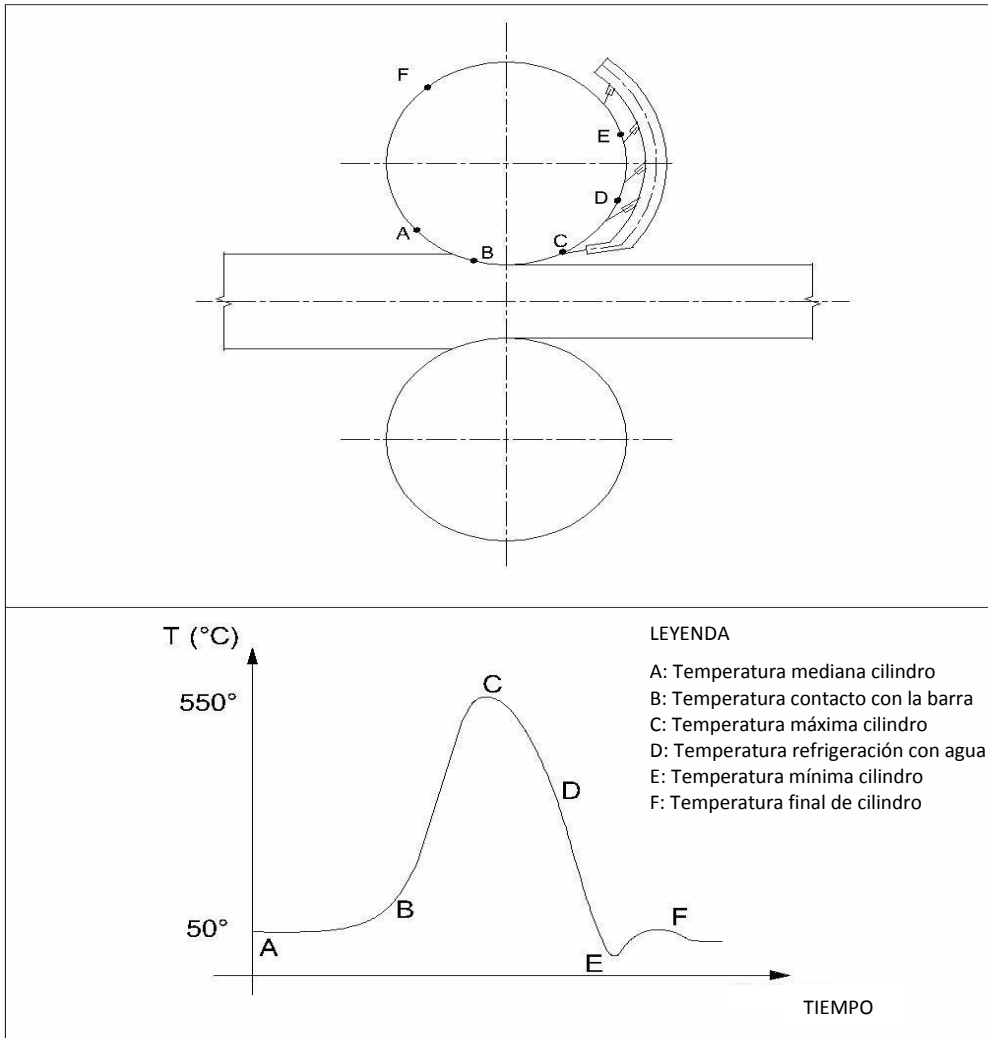


Figura 12. *Ciclo de calentamiento del cilindro.*

Fuente: BRC Global Rolls Ltd.

En la figura 12 se muestra el ciclo de temperatura del cilindro en el proceso de laminación del conformado de la barra.

Procesos de representación: en este proceso, se efectuó un cronograma de capacitaciones, a fin de que las mejoras realizadas dentro del sistema de refrigeración puedan ser monitoreadas de la mejor forma.

Tabla 10. Cronograma de capacitaciones.

Nº	Descripción de la Actividad	Responsable	Avance	AÑO: 2022												
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	Realizar el Plan de capacitación 2020	Coordinador Capacitación	P 1	X												
			E 100%	1												
2	Desarrollar cursos de Seguridad E-learning	Capacitación General	P 4		X				X			X				X
			E 75%	1					1			1				
3	Capacitación de habilidades técnicas y blandas	Coordinador Capacitación / Capacitación General	P 9		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
			E 89%	1	1	1	1	1	1		1	1	1			
4	Capacitación en cursos de seguridad	Coordinador Capacitación, coordinador seguridad	P 6	X		X		X		X		X			X	
			E 83%	1		1		1		1		1		1		
6	Capacitación para los Multiplicadores de seguridad	Coordinador Capacitación, coordinador seguridad	P 3		X			X				X				
			E 100%	1				1				1				

7	Capacitación en cursos específicos del áreas y Procedimientos de rutina	Coordinador Capacitación	P	8		X	X		X	X		X	X		X	X
			E	75%		1	1		1	1		1	1			
8	Benchmarking con otras unidades de la empresa y clientes	Coordinador Capacitación / Capacitación General	P	3			X			X					X	
			E	100%				1			1					1
			P	34	2	4	4	1	5	3	1	3	5	1	4	1
TOTAL, CUMPLIMIENTO			E	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica.

En la tabla 10 se muestra que las capacitaciones realizadas desde el mes de enero a octubre del 2022 fueron del 100% aplicadas, ya que la mejora del sistema de refrigeración se vino dando en los cursos específicos del área y procedimientos de rutina.

Procesos de mejora: en este proceso se estableció un procedimiento de desmontaje, mantenimiento y montaje del sistema de refrigeración, con el fin de que el sistema siempre esté disponible para todas las actividades que se van a realizar durante la producción diaria.

Tabla 11. Procedimiento de mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración.

DESMONTAJE, MANTENIMIENTO Y MONTAJE DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN			
¿Qué hacer?	¿Quién?	¿Cómo hacer?	Criterios de Seguridad y Ambientales
1° RETIRAR DUCHAS DE CAJA LAMINADORA	Laminador Mecánico guías y montaje	a). Sacar pernos para retirar duchas de caja de laminación. (Llave mixta de 36 mm, llave mixta 30mm llave mixta 19 mm)	Utilizando implementos de seguridad adecuados (EPP's) Realizar Tarea, utilizando herramientas adecuadas Tener en cuenta siempre 5S
2° LIMPIEZA SUPERFICIAL DE DUCHAS Y CHAPAS	Laminador Mecánico guías y montaje	a). Procedemos a realizar la limpieza de la ducha y chapa parte externa utilizando, Cardas, espátula.	Utilizar EPP's adecuados (Guantes, mandil, Lentes.) Tener en cuenta siempre 5S
3° VERIFICACION ASPERSORES O AGUJERO	Laminador Mecánico guías y montaje	a). Procedemos a verificar de forma visual estado de aspersores y/o agujeros en caso de deterioro de aspersores realizar el cambio (llave mixta 17 mm)	Utilizando implementos de seguridad adecuados (EPP's) Realizar Tarea, utilizando herramientas adecuadas Tener en cuenta siempre 5S
4° VERIFICACION DE CHAPAS Y PERNOS DE AJUSTE	Laminador Mecánico guías y montaje	a). Verificar estado de las chapas (bisagras) pernos de ajuste (duro o trabado) llave mixta 36 mm	Utilizando implementos de seguridad adecuados (EPP's) Realizar Tarea, utilizando herramientas adecuadas Tener en cuenta siempre 5S
5° LIMPIEZA INTERNA DE DUCHA	Laminador Mecánico guías y montaje	a). Procedemos a retirar aspersores y acople rápido para limpiar entrada de agua hasta que quede libre de óxido y sarro así también se limpia la salida de agua. Llave 17mm llave stilson 12"	Utilizando implementos de seguridad adecuados (EPP's) Realizar Tarea, utilizando herramientas adecuada Tener en cuenta siempre 5S

6°ARMADO DE DUCHAS	Laminador Mecánico guías y montaje	<p>a). Se procede al armado de la ducha colocando los aspersores y el acople rápido teniendo en cuenta el ángulo de trabajo de cada aspersor. llave 17mm, stilson 14". Según EO-125-019</p>	<p>Utilizar EPP's adecuados (Guantes, mandil, Lentes.) Tener en cuenta siempre 5S'</p>
7°PROBAR FUNCIONAMIENTO DE DUCHA.	Laminador Mecánico guías y montaje	<p>a). Se lleva la ducha a la zona de prueba donde se conecta a una manguera de agua para verificar q no haya fugas ni rajaduras en la misma y que el chorro de agua sea uniforme.</p>	<p>Utilizar EPP's adecuados (Guantes, mandil, Lentes careta de soldar) realizar el Check list de la máquina de soldar. Tener en cuenta siempre 5S'</p>
8° MONTAJE DE DUCHA EN CAJA DE LAMINACION.	Laminador Mecánico guías y montaje	<p>a) Se procede al montaje de la ducha en caja teniendo en cuenta la posición y Angulo de la ducha con respecto al canal y /o cilindro de laminación. Llave 36mm, llave 30mm, llave 17 mm.</p>	<p>Utilizando implementos de seguridad adecuados (EPP's). Realizar Tarea, utilizando herramientas adecuadas. Leer indicaciones de productos químicos (MSDS). Tener en cuenta siempre 5S'.</p>

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica.

En la tabla 11 se muestra el procedimiento de mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración, con la finalidad de mantener activo el sistema para el proceso productivo.

Procesos de control: en este proceso se procedió a estandarizar el sistema de refrigeración, dentro de la planta de laminación largos de taller de cilindros y guiados, todo esto se visualiza en el anexo 13.

4.3. Evaluar el impacto sobre la productividad luego de las modificaciones al sistema de refrigeración de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.

En este apartado se procedió a determinar la nueva productividad con el desarrollo de del rediseño del sistema refrigeración para los cilindros de laminación de la empresa siderúrgica, el cual fue evaluado del mes de julio a setiembre del 2022, ya que son los meses de post implementación.

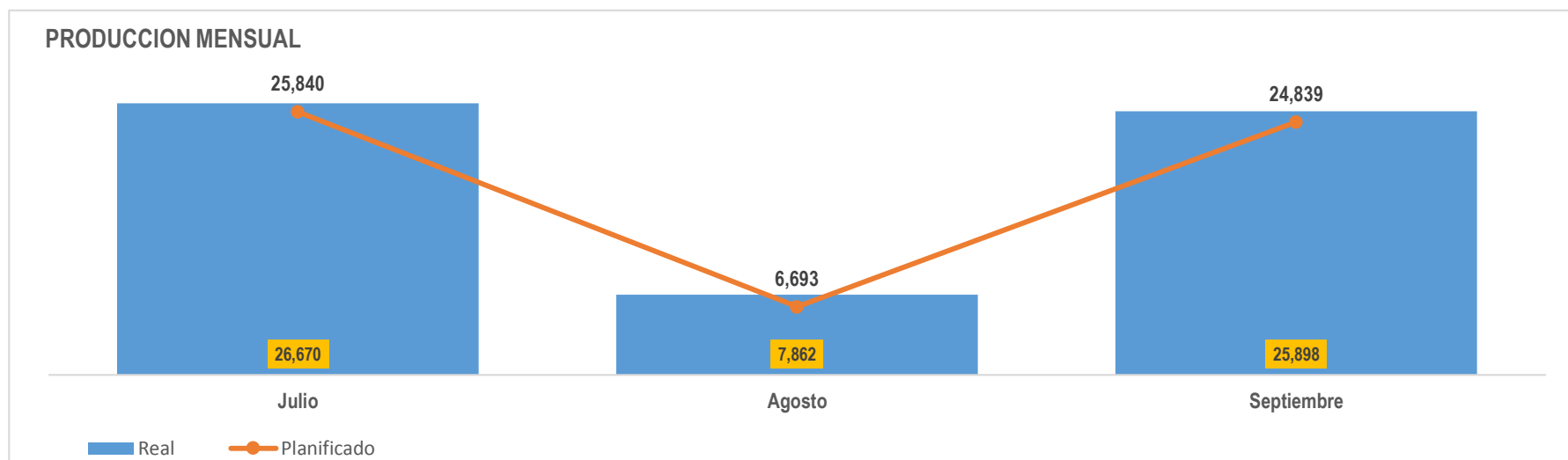


Figura 13. Producción final.

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica.

En la figura 13 se muestra que la producción real del mes de julio a setiembre del 2022 fue de 60,430 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 57,372 toneladas, siendo el aumento de producción de 4,022 toneladas producidas, esto indica que la productividad final fue de 105%.

Tabla 12. *Vida útil y tiempo de uso de accesorios del sistema de refrigeración*

ACCESORIOS REFRIGERACIÓN	VIDA UTIL	TIEMPO DE CAMBIO	STOCK POR PASE	MANTENIMIENTO
DUCHAS	12 MESES	SEMANAL	6	2
MANGUERAS	6 MESES	SEMESTRAL	4	0
ASPERSORES	6 MESES	MENSUAL	34	34
CHAPAS	12 MESES	MENSUAL	2	1
PERNOS	1 MES	MENSUAL	2	0

Fuente: datos obtenidos de la empresa siderúrgica.

En la tabla 12 se muestra la vida útil y tiempo de uso de los accesorios del sistema de refrigeración para el proceso de laminación.

V. DISCUSIÓN

Dando solución al primer objetivo específico, se determinó que la producción real del mes de enero a junio del 2022 fue de 139,769 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 151,119 siendo la diferencia de producción de 11,411 toneladas no producidas, esto indica que la productividad inicial es del 92%. Dichos resultados se asemejan en la investigación de Ramírez(2018), quien en su investigación propone mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración de cilindros en el proceso de laminación en planta perfiles, siderúrgica de Guatemala, y concluye que el sistema de refrigeración tiene un papel preponderante en la conservación de los cilindros de laminación porque no solo refrigera la superficie caliente en la cual interactúan la palanquilla y el cilindro, sino que remueve la superficie del cilindro con la finalidad de que la escoria producida no se adhiera al cilindro, dándoles como resultado de la mejora incrementar la productividad, como resultado de instalar 2 bombas en serie con lo cual se tiene una presión mayor a 6 bares que se utiliza en los cilindros de alta dureza, reduciéndose el tiempo de cambio de calibres. A su vez, se asemeja en los resultados de Suarez (2020) quien en su investigación para automatización del circuito directo e indirecto de agua para un tren de laminación concluye que la refrigeración de un tren de laminación es de suma importancia en la alta productividad de la operación de laminación, este proceso continuo se realiza a elevadas temperaturas, con lo cual se sugiere instalar hasta más de dos circuitos de refrigeración previamente verificando su ubicación, se instaló dos circuitos de agua, primero se tiene un circuito cerrado o circuito directo, en el cual el flujo de agua de refrigeración entra en contacto directo con el producto laminando, y además se cuenta con el circuito cerrado o circuito indirecto el cual es usado para refrigerar los mecanismos y componentes oleo hidráulicas de la maquina laminadora. También, se asemeja en la investigación de Saavedra (2019) concluyó que la razón principal de la baja tasa de disipación de calor en hidráulica es el bajo caudal de agua debido a los productos de corrosión de los tubérculos, causados por las propiedades fisicoquímicas. del acero debido a la naturaleza (porcentaje de contenido de carbono) y la naturaleza del agua, la tendencia a la formación de costras es pequeña y es fácil de corroer, y se determina que el oxígeno disuelto es el factor

principal y el uso de enfriadores de aire como alternativa de enfriamiento no pudo manejar las condiciones críticas para la operatividad de la hidráulica en las áreas de torno y estampado, y no pudo manejar los requerimientos del 60% de la hidráulica en estudio, por ello, esta alternativa queda excluida de una solución integral a este problema.

Dando solución al segundo objetivo específico, se rediseñó el sistema de refrigeración, para ello, se empleó el proceso de organizar, el cual consiste en organizar todos los procesos desde el desbaste, intermedio y acabador en la planta de laminación, desde la entrada de la materia prima que es la palanquilla en el horno de recalentamiento hasta obtener el producto terminado de barra de construcción; en el proceso de determinar, se procedió a determinar las acciones correctivas para mejorar el sistema de refrigeración en los cilindros de laminación de la empresa siderúrgica; en el procesos de representación, se efectuó un cronograma de capacitaciones, a fin de que las mejoras realizadas dentro del sistema de refrigeración puedan ser monitoreadas de la mejor forma y en el proceso de mejora se estableció un procedimiento de desmontaje, mantenimiento y montaje del sistema de refrigeración, con el fin de que el sistema siempre esté disponible para todas las actividades que se van a realizar durante la producción diaria. Dichos resultados se asemejan en los hallazgos de Zarabanda (2017) quien en su investigación para la optimización del proceso de enfriamiento en los cilindros de la caja de desbaste del tren de laminación dos en la Planta Tuta de la Empresa Gerdau Diaco concluye que se tomó la decisión de modificar el sistema de refrigeración para las cajas de laminación de desbaste a cambio de un sistema de mayor eficiencia, pues si bien éste permitirá una reducción de la temperatura del laminador, la razón entre la capacidad de enfriamiento y cantidad de agua es baja, se han conseguido mejoras relevantes en lo referente a tener una temperatura de equilibrio adecuada entre agua refrigerante y metal, pero un se tienen variables que no han podido ser controladas y de alguna manera mantener una temperatura optima de enfriamiento en la caja de desbaste del tren laminador 2 y 1 es aún un trabajo pendiente, y se optó por un cambio en el sistema actual compuesto por un tubo de 2" en forma de flauta que inyectan agua sobre los canales del cilindro laminador, con una configuración de cintas metálicas con boquillas de

cono lleno, con el cual se consigue de mejor cobertura refrigerante, controlable y con menor pérdida de agua. A su vez, se asemeja en los hallazgos de Aguirre (2021) concluyó que los problemas encontrados en los diagramas de Ishikawa y Pareto. Aplicar técnicas de ingeniería de métodos para identificar actividades que no agregan valor, identificar transferencias y tiempos de espera, calcula tiempos estándar para cada actividad y proceso para ganar en eficiencia, eficacia y productividad, a través de la ingeniería de métodos, mejore el proceso y el tiempo de las actividades, calcule nuevos tiempos estándar y luego compare las dimensiones de eficiencia y efecto antes y después de la mejora, aumentando así la productividad y la eficiencia aumentó del 72% al 81%, la eficiencia aumentó del 73% al 88% y la productividad aumentó del 53% al 71%. También guarda relación con Aquino (2018) quien entre los datos obtenidos durante el semestre (pre y post test) fueron paramétricos, por lo que se utilizó la T de Student, finalmente, se concluye que la aplicación de la ingeniería de métodos puede mejorar significativamente la productividad y es recomendable mantener las operaciones de trabajo en condiciones óptimas de trabajo de acuerdo con las tareas y procedimientos de producción predeterminados y los estándares asumidos por la empresa.

Dando solución al tercer objetivo específico, en la figura 12 se muestra que la producción real del mes de julio a setiembre del 2022 fue de 57,372 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 53,350 toneladas, siendo el aumento de producción de 4,022 toneladas producidas, esto indica que la productividad final fue de 107%. Estos resultados se asemejan en la investigación de Caballero (2019) donde el rediseño del sistema de enfriamiento del premolde y la mejora de la eficiencia de la máquina formadora concluyó que, al rediseñar el sistema de enfriamiento durante la etapa de preformado, se puede mejorar la eficiencia de producción de la máquina para el número de envases de vidrio por actividad una reducción del 2% permite producir 48.780 botellas por campaña, se ha determinado que modificando el equipo variable que forma parte del proceso de fabricación del envase de vidrio se puede incrementar la presión del aire durante el enfriamiento del premolde en un 74% y al modificar el equipo durante el proceso de enfriamiento, se puede mejorar la distribución del aire de enfriamiento del premolde, reduciendo así los

defectos en el proceso de fabricación del envase de vidrio. A su vez, se asemeja en la investigación de Correa (2018) quien en su investigación identificó que el sistema de refrigeración automático no presenta un cierre para el caudal de agua de refrigeración, con lo cual provoca un enfriamiento veloz de las palanquillas, provocando la reducción drástica de la productividad de las tres plantas de colado incumpléndose los estándares establecidos y normalizados por la empresa produciéndose un acero de mala calidad, por lo tanto, el control del flujo de agua es de vital importancia tal que permite realizar las operaciones de manera eficaz en cada línea, así como permite la separación de los aceros según su tipo de grado y clase y en la elaboración del presente proyecto se plantea una solución, mediante la formulación de un sistema de refrigeración que permita la mejora de la productividad, derivado de la obtención de un producto de calidad, así como la disminución de costos de fabricación. También se asemeja en la investigación de Lantan (2020) quien en su investigación diseño del sistema transportador para equipos refrigeración en planta FOGEL de Centroamérica s.a. concluye lo siguiente que la operatividad de un sistema de refrigeración es función del desempeño del termostato, el cual permite mantener la temperatura del agua en valores de que pueda mantener el equipo a refrigerar en condiciones óptimas de temperatura, para este caso la diferencia de temperaturas entre un foco caliente y otro frío debe ser entre 10 a 8 °C, con el cual un sistema de refrigeración actúa con un buen desempeño.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** Se determinó que la producción real del mes de enero a junio del 2022 fue de 139,769 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 151,119 siendo la diferencia de producción de 11,411 toneladas no producidas, esto indica que la productividad inicial es del 92%.
- 2.** Se rediseñó el sistema de refrigeración, para ello, se empleó el proceso de organizar, el cual consiste en organizar todos los procesos desde el desbaste, intermedio y acabador en la planta de laminación, desde la entrada de la materia prima que es la palanquilla en el horno de recalentamiento hasta obtener el producto terminado de barra de construcción; en el proceso de determinar, se procedió a determinar las acciones correctivas para mejorar el sistema de refrigeración en los cilindros de laminación de la empresa siderúrgica; en el procesos de representación, se efectuó un cronograma de capacitaciones, a fin de que las mejoras realizadas dentro del sistema de refrigeración puedan ser monitoreadas de la mejor forma y en el proceso de mejora se estableció un procedimiento de desmontaje, mantenimiento y montaje del sistema de refrigeración, con el fin de que el sistema siempre esté disponible para todas las actividades que se van a realizar durante la producción diaria.
- 3.** Se determinó que la producción real del mes de julio a setiembre del 2022 fue de 60,430 toneladas, mientras que la producción planificada fue de 57,372 toneladas, siendo el aumento de producción de 3,058 toneladas producidas, esto indica que la productividad final fue de 105%.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Sugerir a futuros investigadores, utilizar otras herramientas de la ingeniería, para diagnosticar la situación actual y encontrar todas las causas posibles que generan una baja productividad dentro del proceso de laminación dentro de una empresa siderúrgica.
- 2.** Recomendar a inversionistas del sector siderúrgico emplear estas herramientas de solución implementadas en la investigación, a través de la mejora continua, a fin de siempre poder cumplir con su producción planificada y sus clientes estén siempre satisfechos.
- 3.** Sugerir a las empresas siderúrgicas automatizar toda la línea del área de laminado, a fin de aumentar la producción diaria, y se reduzca los costos de producción por pérdida de merma, a su vez, crear un equipo de seguimiento que pueda mantener en constante aplicación cada una de las herramientas de mejoras planteadas en la investigación.

REFERENCIAS

ACEVEDO, Brenda y TORRES, Marilena. Aplicación de gestión por procesos para aumentar la rentabilidad en la empresa Servicios Industriales Chimbotano E.I.R.L – Chimbote 2021. Tesis para obtener el título profesional de ingeniería industrial. Universidad César Vallejo, Perú. 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85028/Acevedo_AB_Y-Torres_LMR-SD.pdf?sequence=2&isAllowed=y

AGUIRRE, Arnold. Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de spools revestidos, en un metal mecánico, Independencia, 2021. 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69145/Aguirre_PAM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Aggregate Production Planning, Casestudy in a Medium-sized Industry of the Rubber Production Line in Ecuador por Mantilla Cesar [et al]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 05 de abril del 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/212/1/012018> ISSN: 1757-899X

APAZA Mamani, FRAY Darwin; LA TORRE Javier, JHONS Irvin. Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016. 2017. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5970/Apaza_Mamani_Darwin_Fray_La_Torre_Javier_Irvin_Jhons.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AQUINO, Ximena. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad del área de servicio técnico de la empresa SG Refrigeración, San Juan de Lurigancho-2018. 2018. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25602/AQUINO_CX_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARAMBURÚ, Andrés. Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria. 2017. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2991/IME_219.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BERNAL, C., 2010. metodología de la investigación [en línea]. 3ra. Bogotá: s.n. ISBN 9780415475976. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

BUSTAMANTE, Carolyn. Aplicación del mantenimiento preventivo y su efecto en la productividad del taller metalmecánico Barboza–Chepén 2020. 2020. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59636/Bustamante_CCY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CABALLERO, Cristian y PALACIOS, Harold. Reducción de defectos en los envases de vidrio rediseñando el sistema de refrigeración en los pre-moldes y aumentar la eficiencia de las máquinas formadoras (OI). 2019. Disponible en:

<https://repositorio.uarm.edu.pe/handle/20.500.12833/2053>

CABANILLAS, Eduardo y CORCINO, Jordan. Gestión de almacenes para mejorar la productividad en el área de almacén de Aroni SAC; Lima, 2021. 2021. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70437/Cabanillas_G_EA-Corcino_CJH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J., 2018. introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. 1ra. Sangolqui: s.n. ISBN 9789896540821. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cientifica.pdf>.

CABRERA, Henry; MEDINA, Alberto y PUENTES, Manuel. Procedimiento para la gestión de procesos con contribución a la integración de sistemas normalizados. Revista Universidad y Sociedad, SciELO. Vol. 9 (2) pp. 271-277, 2017. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000200037 ISSN: 2218-3620.

CAMPAÑA, María. Management by processes as a tool for the development of scientific research in higher technological institutes, auditing, and knowledge economy. *Revista Imaginario Social, REDICME*. Vol. 5 (1) pp. 68-82, 2022. Disponible en: <https://www.revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/70/160> ISSN: 2737-6362.

CRUELLES, José. *Productividad Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua*. Barcelona: Marcombo, 2013. 830 pp. ISBN: 9789877160024

DURANGO, Andrea y BULA, Keyla. *Diseño de termo fluidos*. Bogotá. Colombia. Editorial de la Universidad del Norte. 2021. 192 pp. ISBN 9587417429

ESPEJO, Edgar y HERANADEZ, Héctor, análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos, 2017. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZqzxDwAAQBAJ&pg=SA3-PA51&dq=desgaste+por+microgrietas&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiakorfzqD0AhViILkGHZEJDpM4ChDoAXoECAUQAg#v=onepage&q=desgaste%20por%20microgrietas&f=false>

ESTEVEZ, Luis. *Montaje y mantenimiento de equipos de refrigeración industrial*. España, Editorial Paraninfo, 2021. 276 pp. ISBN 8428340226.

FIGUEROA, Nicolás. *Definición de plan de mantenimiento óptimo para equipos críticos de una planta de laminación*. 2015. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132720/Definicion-de-plan-de-mantenimiento-optimo-para-equipos-criticos-de-una-planta....pdf?%20sequence=1&isAllowed=y>

FONTALVO, Tomas, DE LA HOZ, Efraín y MORELOS, José. La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47–60. Artículo 3. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v16n1/1692-8563-diem-16-01-00047.pdf>

GNAVI, Giorgio; GARZOLL, Laura; POLI, Anna; PRIGIONE, Valeria; BURGAUD, Gaetan; VARESE, Giovanna. 2017. *The culturable mycobiota of *Flabellia petiolata*: First survey of marine fungi associated to a Mediterranean green alga*. *Revista*

Reserach Article. Vol. 12 (4) pp. 1 – 20. Disponible en: <https://scihub.se/10.1371/journal.pone.0175941> ISSN: 4578-6254.

GONZÁLEZ, Jenny. Propuesta de mejoramiento de líquido refrigerante automotriz fabricado por la empresa Eco químicos. 2017. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6261/1/6042105-2017-1-IQ.pdf>

GOVINDARAJAN, Randi; REVATHI, Seemaisamy; RAMESHKUMAR, Neelamegan; KRISHNAN, Muthukalingan y KAYALVIZHI, Nagarajan. *Microbial tannase: Current perspectives and biotechnological advances*. Revista Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. Vol. 12 (4) pp. 45 – 60. Disponible en: <https://scihub.se/10.1016/j.bcab.2016.03.011> ISSN: 4578-2245.

GUZMÁN, Mauricio y MACÍAS, Carmen. 2020. *The management of municipal solid waste: an anthropological approach. The case of San Luis Potosí, México*. Revista SciELO de México. Vol. 20 (39) pp. 174 – 187. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009 ISSN: 0188-4557.

HECKLAU, F., KIDSCHUN, F., KOHL, H. y TOMINAJ, S., 2020. Analyzing the role of research and technology organizations (RTOs) in national innovation systems (NIS). En: Technical University of Berlin (ed.), Proceedings of the 16th European Conference on Management Leadership and Governance, ECMLG 2020 [en line]. Berlin: Academic Conferences International, pp. 95-105. ISBN 9781912764761. DOI 10.34190/ELG.20.057. Disponible en: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=eec35823-f701-4b82-9b64-c6a1efe4275f%40sessionmgr103>.

HERNÁNDEZ, Salvador; SÁNCHEZ, Edgar; Francois, Jean y DÍAZ, Lourdes. 2019. *Análisis de un Proceso de Tratamiento de Efluentes para Producción pesquera*. Revista Science Direct. Vol. 11 (14) pp. 236 – 246. Disponible en: <https://scihub.se/10.1016/j.riai.2014.02.006> ISSN: 2451-4587.

JAINAGA, Sidenor alerta que la industria no sobrevivirá en 2022 con los costes actuales. Revista Virtual El país economía. España.2021. Disponible en:

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/10/28/companias/1635415218_642392.html

JUAREZ, Erick y MORALES, Pedro. termodinámica técnica. España. Editorial paraninfo. 2015. 448 pp. ISBN 842833711X,

JUTGLAR, Julio y MIRANDA, Luis. técnicas de refrigeración. España. Editorial Marcombo. 2010. 222 pp. ISBN 842671644X.

KUMAR, Anil y MUKESH, Martín. 2019. *Treatment of Waste from Metal Processing and Electrochemical Industries*. Revista Biotreatment of Industrial Effluents. Vol. 44 (12) pp. 145 – 155. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/B978-075067838-4/50014-2> ISSN: 4578-6244.

LANTÁN, Omar. Diseño de sistema transportador para equipos refrigeración en planta Fogel de Centroamérica SA. 2020. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15398/>

LARA, Damián. 2017. *Estudio de Impacto Ambiental Ex – Post y formulación de un Plan de Manejo Ambiental para el Botadero de basura del ángel*. Revista SciELO de México. Vol. 10 (19) pp. 84 – 97. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/115/9/03%20REC%2093%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf> ISSN: 2145-4127.

LEAL, Francisco. América Latina, ante el reto de relanzar su industria del acero. Revista virtual Gerencia de Riesgos y Seguros de España. 2021. Disponible en: <https://www.mapfreglobalrisks.com/gerencia-riesgos-seguros/articulos/>

MATA, Andrés, et al. Simulación de laminado en caliente para el acero. 2019. Tesis de Licenciatura. Quito. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8860/1/144747.pdf>

MEAS, Yunny y RAMÍREZ, José; VILLALON, Mario y CHAPMAN, Thomas. 2018. *Industrial wastewaters treated by electrocoagulation*. Revista Journal Elsevier. Vol. 4 (3) pp. 10 – 17. Disponible en: <https://sci-hub.se/1.1016/j.electacta.2010.05.018> ISSN: 5427-1245.

MEDINA, Alberto; NOGUEIRA, Dianelys; HERNÁNDEZ, Arialys y COMAS, Raúl. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo.

Ingeniare, Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 27 (2) pp. 328-342, 2019. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052019000200328 ISSN: 0718-3305.

MERCADO, Henry y LÓPEZ, Olenka. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de equipos del área técnica de la empresa NOVATRANS SRL, Callao, 2019. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59093/L%c3%b3pez_ROV-Mercado_QH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MIGLIACCIO, Diego. Procedimientos de Carga y Servicio de Refrigerante para Aire Acondicionado. España. AC Service. 2020. 222 pp. ISBN 1733817239.

MIÑAN, Daniel; SIMPALO, Daniel y CASTILLO, Williams. Diseño y Evaluación de estrategias para la planeación agregada en una empresa dedicada a la elaboración de conservas de pescado en Ancash – Perú. Revista SciELO. Vol. 19 (22) pp. 500 – 515, 2020. Disponible en: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096803795&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=PLAN+AGREGADO&sid=ba821d234c1a79322aea30ae26d95858&sot=b&sdt=b&sl=28&s=TITLE-ABS-KEY%28PLAN+AGREGADO%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1 ISSN: 6482-7842.

MOHAMMED, Kemal y SAHU, Omprakash. 2019. *Recovery of chromium from tannery industry waste water by membrane separation technology: Health and engineering aspects*. Revista Journal Elsevier. Vol. 4 (3) pp. 1 – 9. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.sciaf.2019.e00096> ISSN: 3164-7912.

MORALES, Julio. Análisis de la productividad del sistema de refrigeración en la Empresa Tecnológica de Alimentos SA Callao, 2017. 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/28004/B_Morales_V_JJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MURO, Claudia; ESCOBAR, Jesús; ZAVALA, Rosa; ESPARZA, Mario; CASTELLANOS, Jesús; GÓMEZ, Rosa y GARCÍA, Magdalena. 2019. *Assessment of the microfiltering process of a food industry effluent for its reuse*. Revista SciELO de México. Vol. 25 (4) pp. 145 – 165. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400003 ISSN: 0188-4999.

NIDHEESH, Pablo; KUMAR, Abhijeet; BABU, Syam; SCARIA, Jaimy y JUMAR, Suresh. 2020. *Treatment of mixed industrial wastewater by electrocoagulation and indirect electrochemical oxidation*. Revista Chemosphere. Vol. 45 (12) pp. 1 – 10. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.chemosphere.2020.126437> ISSN: 7815-1245.

NOEGRAHENI, Enny, & NURADLI, Hasbi. Aggregate Planning to Minimize Cost of Production in Manufacturing Company. Indonesia Binus Business Review [en línea], Enero – mayo 2019 [fecha de Consulta 01 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21512/bbr.v7i1.1448> ISSN: 2476-9053

NORMA ISO 9001:2015. Norma Internacional, Sistemas de gestión de la calidad. Disponible en: <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>

NUNURA, Jorge. Plan de mantenimiento autónomo para mejorar la disponibilidad del sistema de refrigeración industrial de la empresa LAIVE SA, Ate Vitarte, 2018. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36173/Nunura_BJL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OROZCO, Erick, SABLÓN, Neyfe, DIÉGUEZ, Karel y LOMAS, Carina. Plan agregado de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación, 5(3), pp. 263-278. 2018. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6756315.pdf>

OTAYA, Wendy; OSORIO, Juan Carlos; OREJUEL, Juan Pablo. Plan agregado de producción con personal en situación de discapacidad. Revista EIA [en línea]. 2019. [Fecha de Consulta 18 de abril del 2022]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149240051016> ISSN: 1794-1237.

PACHECO, René. Propuesta de mejora en el área del tren de laminación de acero mediante la reducción del tiempo de cambio de formato a través del uso de herramientas de optimización matemática y herramientas de manufactura esbelta.

2020. Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15590>

PÉREZ, Jesús y PALOMO, Jesús. Impacto de la planeación estratégica, RSE y desempeño no financiero en empresas de Quintana Roo: Un modelo de ecuaciones estructurales. Revista SEARCH. Vol. 66 (77) pp. 155 – 165, 2020. Disponible en:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=151905074&lang=es&site=ehost-live> ISSN: 2135-8613.

PEREIRA, Daniel; OLIVEIRA, Fernando y CARRAVILLA, María. Tactical sales and operations planning: A holistic framework and a literature review of decision-making models. Revista SCIENTIFIC DIRECT. Vol. 22 (13) pp. 88 – 100, 2019. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527320300852?via%3Dihub> ISSN: 4512-3561.

QUENTA, Ever. Análisis termodinámico del sistema de refrigeración y efectos en el rendimiento del motor SY1033DFH4 utilizando agua natural y refrigerante vistony en la empresa Antares Arquitectos SRL en la ciudad de Cusco. 2017. Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5102/Quenta_Churata_Ever_Jonatan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

QUISPE, Esthefanie y ROLDAN, Shesira. Mejora de método de trabajo para incrementar la productividad del proceso de laminación del tren modulador 1 en la empresa Siderúrgica del Perú SAA. 2018. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28512>

REYES, Alvins; PELLEGRINI, Nila y REYES, Rosa. 2019. *Recycling as alternative for solid waste management in Minas of Baruta, estado Miranda, Venezuela*. Revista de investigación Redalyc, Universidad Pedagógica Experimental. Vol. 39 (86) pp. 157 – 170. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/3761/376144131008.pdf> ISSN: 0798-0329.

REYES, John y MOLINA, Carlos. Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio para la Pequeña Industria. Revista EPN, 34(1), pp. 11-16. 2018. Disponible en:

https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/download/254/pdf/2018

ROJAS, M, JAIMES, L, y VALENCIA, M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Venezuela, 39 (6). Octubre 2017. ISSN: 0798 1015.

SAAVEDRA, Jorge, et al. Evaluación de una nueva alternativa de refrigeración en unidades hidráulicas de Planta Terciados Nueva Aldea. 2019. Disponible en: http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3462/1/Alarc%c3%b3n_Salazar_Mat%c3%adas_Javier.pdf

SANTIAGO, David. Acondicionamiento térmico de edificios. Argentina. Editorial Nobuko. 552 pp. ISBN 9875843687.

SARMIENTO, Bonnie. Aplicación del método Ciclo de Deming (PHVA) para mejorar la productividad en la Empresa Calesi, Arequipa 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72542/Sarmiento_TBV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TAKEY, Flávia y MESQUITA, Marco. Aggregate Planning for a Large Food Manufacturer with High Seasonal Demand. Brazilian Journal of Operations & Production Management [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 5 de mayo del 2022]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/citations?doi=10.1.1.869.7212> ISSN: 2237-8960

TAQUÍA, José Antonio. Un enfoque bayesiano de planeación agregada orientado all retail marketing. Interfases, [en línea], N° 08 [Fecha de consulta: 18 abril del 2022]. 2019. Disponible en: <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Interfases/article/view/572>. ISSN 1993-4912

TREITZ, Martin; RENTZ, Otto; GELDEMANN, Jutta. Production planning by pinch analysis for biomass use in dynamic and seasonal markets. Londres: International Journal of Production Research [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 30 de abril del 2022]. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207540802392577> ISSN: 1366-588X

TÜRKAY, Metin; SARAÇOĞLU, Öztürk; ARSLAN. Sustainability in Supply Chain Management: Aggregate Planning from Sustainability Perspective. Turkey: PLoS

ONE [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 30 de abril del 2022], 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147502> ISSN: 1932-6203

VEGA, Carlos. Management by processes: methodological regularities and behavior of its implementation. Revista PUNKURI. Vol. 1 (2) pp. 70-80, 2021. Disponible en: <http://revistas.uns.edu.pe/index.php/PUNKURI/article/view/28/19> ISSN: 2810-8183

WOLTMANN, Stefan y KITTEL, Julia. Development and implementation of multi-agent systems for demand response aggregators in an industrial context. Revista ScienceDirect. Vol. 314 (2) pp. 55 – 75, 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261922002793> ISSN: 5478-9852.

ZARABANDA, Edwin, et al. Optimización del proceso de enfriamiento en los cilindros de la caja de desbaste del tren de laminación dos en la Planta Tuta de la Empresa Gerdau Diaco. 2017. Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2634/1/TGT_1248.pdf

CATALOGO SPRAYS NOZZLES FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

<https://www.pnrnordic.com/pdf/pnr-general.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Variables / categorías	Metodología
¿De qué manera el rediseño del sistema de refrigeración incrementará la productividad en los cilindros de laminación de una Empresa siderúrgica?	General:	Variable 1/independiente / categorías - Procesos	Enfoque: Cuantitativa
	Determinar como el rediseño del sistema de refrigeración incrementa la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.		Alcance: Experimental
Hipótesis	Específicos		Diseño: Pre experimental
El rediseño del sistema de refrigeración incrementará la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.	OE1: Realizar un diagnóstico a los procesos y productividad de la empresa.		Población: Planta de Laminación – Laminador 1 y 2
	OE2: Implementar el rediseño del sistema de refrigeración.	Variable 2/dependiente / categorías - Productividad.	Muestra: Planta de Laminación – Laminador 1 y 2
	OE3: Evaluar el impacto sobre la productividad.		Técnicas: Observación directa Encuesta Análisis documentación
			Instrumentos: Guía de entrevista Hoja de datos Check list
			Prueba de contrastación de hipótesis:

ANEXO 2. MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Ítems	Escala de Medición
Variable Independiente (X)	Procesos	Según Vega (2021, p. 71) indica que los procesos tienen un propósito, el cual es alinear los procesos de negocio de los clientes estratégicos, y esta constituye una nueva filosofía de gestión donde prevalece una orientación hacia el cliente.	Medina, et al (2019) indica que los procesos están ligados a las fases de organizar, determinar, representación, mejora y control.	Procesos de organizar	# de actividades con problema / total de problemas identificados	a	Razón
				Procesos de determinar	Procedimientos que cumplen estándares / Total de procedimientos	b	Razón
				Procesos de representación	Capacitaciones ejecutadas / Capacitaciones programadas	c	Razón
				Procesos de mejora	no conformidades / cantidad de incidencias	d	Razón
				Procesos de control	# de actividades preventivas / total de actividades programadas	e	Razón
Variable Dependiente (Y)	Productividad	La productividad es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas (Fontalvo, et al, 2017).	Fontalbo et. at (2017), menciona que la productividad está ligada a la eficiencia y eficacia	Eficiencia	$\frac{\text{Horas reales de operación}}{\text{Horas programadas de operación}} \times 100\%$	f	Razón
				Eficacia	$\frac{\text{Producción laminación real}}{\text{Producción programada de laminación}} \times 100\%$	g	Razón

ANEXO 3. MATRIZ DE ÍTEMS.

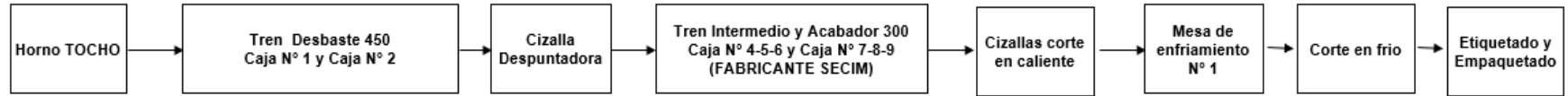
Problema de investigación	Objetivos	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento	Escala de medición
¿De qué manera el rediseño del sistema de refrigeración incrementará la productividad en los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica?	<p>General: Determinar como el rediseño del sistema de refrigeración incrementa la productividad de los cilindros de laminación de una empresa siderúrgica.</p> <p>Objetivos específicos: Realizar un diagnóstico a los procesos y productividad de la empresa. Implementar el rediseño del sistema de refrigeración. Evaluar el impacto sobre la productividad.</p>	Variable independiente: procesos	Según Vega (2021, p. 71) indica que los procesos tienen un propósito, el cual es alinear los procesos de negocio de los clientes estratégicos, y esta constituye una nueva filosofía de gestión donde prevalece una orientación hacia el cliente.	Medina, et al (2019) indica que los procesos están ligados a las fases de organizar, determinar, representación, mejora y control.	Procesos de organizar	# de actividades con problema / total de problemas identificados	a	Observación directa	Guía de focus group	Razón
					Procesos de determinar	Procedimientos que cumplen estándares / Total de procedimientos	b			
					Procesos de representación	Capacitaciones ejecutadas / Capacitaciones programadas	c			
					Procesos de mejora	Informes de no conformidades / cantidad de incidencias	d			
					Procesos de control	# de actividades preventivas / total de actividades programadas	e			
	Eficiencia	$\frac{\text{Horas reales de operación}}{\text{Horas programadas de operación}}$	f	Análisis documental	Procedimientos	Razón				
		Eficacia	$\frac{\text{Producción laminación real}}{\text{Producción programada de laminación}}$				g			

ANEXO 4. MATRIZ TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Objetivo	Técnica	Instrumento
OE1	Observación directa	Guía de focus group
OE2	Entrevista	Hoja de datos
OE3	Análisis documentación	Procedimientos

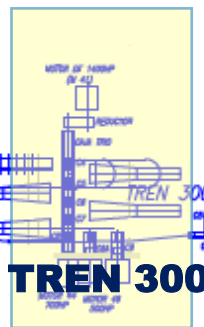
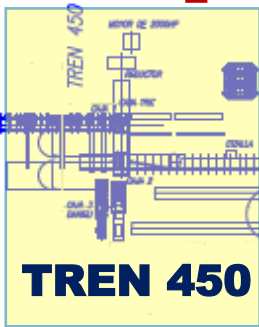
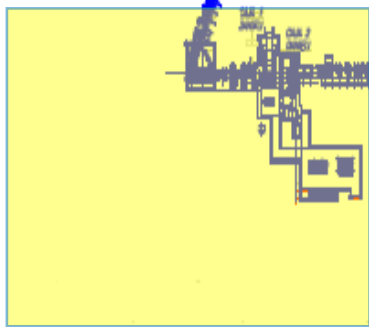
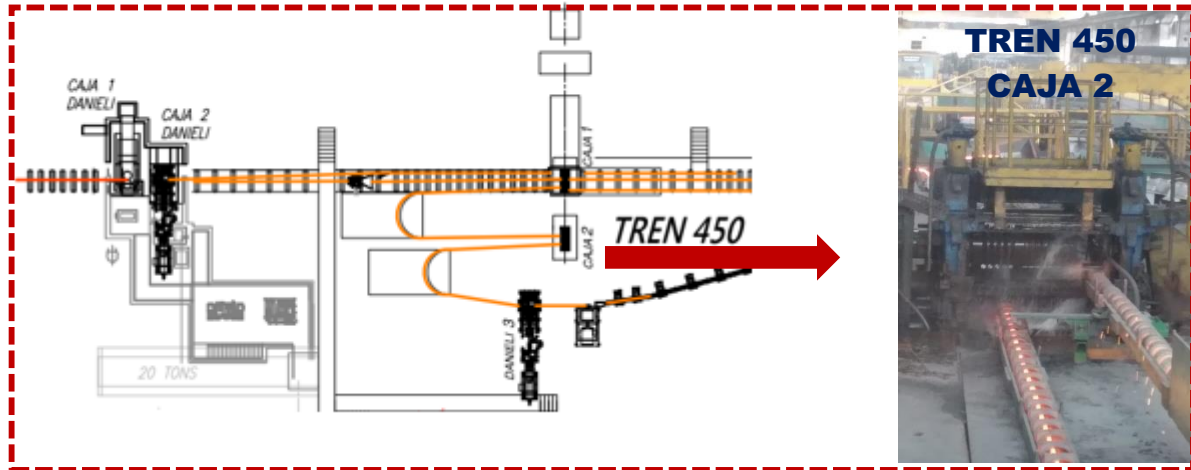
ANEXO 5. Instrumentos de recolección de datos

FLUJOGRAMA DE PROCESO



HORNO TOCHOS

MATERIA PRIMA
 Palanquilla: Nacional ò Importada
 Sección: 100x100 y 130x130
 Longitud: 3800 – 5100 mm



Anexo 6. GUÍA DE FOCUS GROUP (a)(*)

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

Nombre de Entrevistado:

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

•

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

•

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

(*) Cinco trabajadores expertos en la actividad del sistema refrigeración, Op. laminación quien tiene la función verificar operatividad equipos para proceso laminación y el Op. mecánico de guías y montaje quien tiene la función de realizar montaje y desmontaje del sistema

4. ¿En qué escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido Si, explique:

-

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7 ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No

GUIA DE FOCUS GROUP

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

Laminador

Nombre de Entrevistado:

Nike Jimenez Pachette

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

- *Desgaste excesivo en canales provoca que se haga un cambio de cilindros antes de lo programado*

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

- *Al no realizar un cambio de cilindros este tiempo (6 horas); se estaría produciendo*

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

4. ¿En que escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido SI, explique:

Al momento de no darse cuenta la falta de refrigeración el cilindro sufre un choque termico produciendo la rotura.

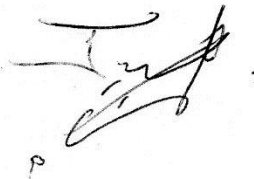
6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7. ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No

99351026



GUIA DE FOCUS GROUP

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

Laminador

Nombre de Entrevistado:

Hector Aroute Vasquez

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

- Necesita cambiarse o modificarse el sistema de refrigeración

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

- Reduce cambio de conolos

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

4. ¿En que escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido SI, explique:

- No se refrigera adecuadamente produce daño al cilindro
- Las duchas son colocadas a una distancia que no refrigera el cilindro

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7. ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No

 99350529

GUIA DE FOCUS GROUP

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

Mecanico de Guías y montaje

Nombre de Entrevistado:

DARLIZ TORRES YACHUCA

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

- Los duchos no son los adecuados.
- Falta frecuencia de cambio de duchas.
- mejora en diseño de duchas

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

- se realizaría menos cambios de canal y aumentaría el tiempo de productividad.

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

4. ¿En que escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido SI, explique:


• muy poca agua por falla en el sistema de refrigeración (ducha)

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7. ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No


99351103

GUIA DE FOCUS GROUP

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

MECANICO de GUIAS y MONTAJE

Nombre de Entrevistado:

Hugo Montoya Cordero

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

- EL DESGASTE Prematuro de los canales, CAMBIAR DISEÑO DE las DUCHAS y ASPERSORES

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

- Porque asi tendremos un Mayor Durabilidad de canales.

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

4. ¿En que escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido SI, explique:

- cuando un canal no es bien refrigerado ~~problema~~ y se puede producir una rotura d' cilindro.

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7 ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No



99351220.

GUIA DE FOCUS GROUP

Esta entrevista está dirigida a los trabajadores que interactúan con el proceso de laminación.

Objetivo: Determinar un adecuado sistema de refrigeración para el incremento de la productividad de los cilindros de laminación.

Cargo del Entrevistado:

MECANICO DE GUIAS Y MONTAJE

Nombre de Entrevistado:

ANGEL MACHADO TOLENTINO

1. ¿Cree usted que el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2 es adecuado?

Si

No

Si ha respondido NO, explique:

- Se desgasta muy rápido los canales, no duran y esto conlleva a que se realice más maquinados al cilindro.

2. ¿La productividad del área aumentaría, mejorando el diseño sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si

No

Si ha respondido SI, explique:

- la refrigeración es muy importante dentro del proceso de laminación en caliente, por lo tanto si mejoramos el sistema de refrigeración alargamos la vida útil del cilindro.

3. ¿Es necesario contar con equipos de medición para controlar el flujo y presión del agua?

Si

No

4. ¿En que escala se presentan las paradas por desgaste de canales en la caja de desbaste 2?

Muy frecuente Frecuente Regular Poco Nunca

5. ¿Se ha presentado rotura de cilindro en el proceso por alguna falla en el sistema de refrigeración en la caja de desbaste 2?

Si No

Si ha respondido SI, explique:

- Cuando no hay una buena refrigeración en el cilindro, se sobrecalienta el cilindro, produciendo rotura del cilindro.

6. ¿Cuál de los siguientes elementos consideras crítico para el sistema de refrigeración?

Ducha niples Soportes Mangueras

7. ¿Se cuenta con un estándar y/o procedimiento de verificación del sistema de refrigeración?

Si No


99351491

Anexo 7. Formato de proceso de capacitar **(c)**

Mes	Semana	Capacitaciones ejecutadas	Capacitaciones programadas	% de capacitaciones cumplidas
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
Promedio de capacitaciones cumplidas				

Fuente: elaboración propia

Anexo 8. Formato de proceso de informar las no conformidades **(d)**

Mes	Semana	Informes de no conformidades	Total de procedimientos	% de no conformidades
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
Promedio de evaluación				

Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Formato de proceso de control **(e)**

Mes	Semana	# actividades preventivas	Total de actividades programadas	% de evaluación
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
Promedio de evaluación				

Fuente: elaboración propia.

Anexo 12. Datos de productividad.

MES	DIA	TN REAL	TN PLAN	DIAM
ENERO	1	628.555	566.15	5/8"
ENERO	2	1120.934	905.85	5/8"
ENERO	3	1030.843	905.85	5/8"
ENERO	4	155.932	600.29	3/4"
ENERO	4	395.992	600.29	5/8"
ENERO	5	937.644	895.03	3/4"
ENERO	6	1003.296	895.03	3/4"
ENERO	7	783.762	895.03	3/4"
ENERO	8	461.931	895.03	20mm
ENERO	8	447.276	895.03	3/4"
ENERO	9	965.289	895.03	20mm
ENERO	10	493.004	783.15	20mm
ENERO	10	398.036	783.15	3/4"
ENERO	11	808.385	895.03	3/4"
ENERO	12	87.17	607.59	1/2"
ENERO	12	363.157	607.59	3/4"
ENERO	13	803.207	815.88	1/2"
ENERO	14	969.251	815.88	1/2"
ENERO	15	828.118	815.88	1/2"
ENERO	16	813.589	815.88	1/2"
ENERO	17	850.948	815.88	1/2"
ENERO	18	884.158	509.92	1/2"
ENERO	19	931.893	815.88	1/2"
ENERO	20	278.113	815.88	1/2"
ENERO	21	680.759	713.89	1/2"
ENERO	22	753.399	815.88	1/2"
ENERO	23	904.909	815.88	1/2"
ENERO	24	660.002	815.88	1/2"
ENERO	25	790.758	815.88	1/2"
ENERO	26	792.834	815.88	1/2"
ENERO	27	595.663	815.88	1/2"
ENERO	28	518.871	543.92	1/2"
ENERO	29	909.058	815.88	1/2"
ENERO	30	898.681	815.88	1/2"
ENERO	31	830.195	815.88	1/2"
FEBRERO	1	309.246	509.92	1/2"
FEBRERO	2	796.986	815.88	1/2"
FEBRERO	3	579.059	815.88	1/2"

FEBRERO	4	633.022	815.88	1/2"
FEBRERO	5	697.363	713.89	1/2"
FEBRERO	6	923.589	815.88	1/2"
FEBRERO	7	100.692	640.97	1"
FEBRERO	7	242.83	640.97	1/2"
FEBRERO	8	1036.284	893.37	1"
FEBRERO	9	950.274	893.37	1"
FEBRERO	10	816.018	893.37	1"
FEBRERO	11	310.465	693.21	1"
FEBRERO	11	59.848	693.21	1.3/8"
FEBRERO	12	433.693	789.56	1.3/8"
FEBRERO	13	611.622	804.80	1.3/8"
FEBRERO	14	778.618	574.30	1.3/8"
FEBRERO	15	294.33	918.11	1.3/8"
FEBRERO	15	182.282	918.11	5/8"
FEBRERO	16	676.75	918.11	5/8"
FEBRERO	17	919.791	918.11	5/8"
FEBRERO	18	1114.643	918.11	5/8"
FEBRERO	19	817.125	918.11	5/8"
FEBRERO	20	923.98	918.11	5/8"
FEBRERO	21	1011.983	918.11	5/8"
FEBRERO	22	766.841	822.48	5/8"
FEBRERO	23	850.648	918.11	5/8"

FEBRERO	24	1028.741	573.82	5/8"
FEBRERO	25	427.419	918.11	5/8"
FEBRERO	26	940.742	918.11	5/8"
FEBRERO	27	911.409	918.11	5/8"
FEBRERO	28	951.217	918.11	5/8"
MARZO	1	867.411	918.112	5/8"
MARZO	2	1053.881	918.112	5/8"
MARZO	3	863.218	918.112	5/8"
MARZO	4	758.459	688.584	5/8"
MARZO	5	1047.596	918.112	5/8"
MARZO	6	1102.072	918.112	5/8"
MARZO	7	425.324	918.112	5/8"
MARZO	8	848.553	918.112	5/8"
MARZO	9	905.121	612.075	5/8"
MARZO	10	894.649	918.112	5/8"
MARZO	11	731.223	822.475	5/8"
MARZO	12	691.411	918.112	5/8"
MARZO	13	1035.02	918.112	5/8"
MARZO	14	873.693	918.112	5/8"
MARZO	15	794.075	918.112	5/8"
MARZO	16	196.968	679.927	3/4"
MARZO	16	364.562	679.927	5/8"
MARZO	17	947.9	895.026	3/4"
MARZO	18	701.694	895.026	3/4"
MARZO	19	687.329	895.026	3/4"
MARZO	20	999.193	895.026	3/4"
MARZO	21	1032.024	895.026	3/4"
MARZO	22	357.002	565.163	3/4"
MARZO	22	299.613	565.163	5/8"
MARZO	23	934.46	918.112	5/8"
MARZO	24	903.032	918.112	5/8"
MARZO	25	1005.696	918.112	5/8"
MARZO	26	896.746	918.112	5/8"
MARZO	27	1099.98	918.112	5/8"
MARZO	28	840.174	918.112	5/8"
MARZO	29	35.618	765.093	5/8"
ABRIL	4	56.57	765.093	5/8"
ABRIL	6	91.321	448.656	1/2"
ABRIL	7	765.849	834.914	1/2"

ABRIL	8	886.227	834.914	1/2"
ABRIL	9	743.019	834.914	1/2"
ABRIL	10	732.643	824.463	1/2"
ABRIL	11	834.339	824.463	1/2"
ABRIL	12	894.53	824.463	1/2"
ABRIL	13	280.19	480.937	1/2"
ABRIL	14	678.683	824.463	1/2"
ABRIL	15	618.492	824.463	1/2"
ABRIL	16	921.512	824.463	1/2"
ABRIL	17	697.36	824.463	1/2"
ABRIL	18	931.893	824.463	1/2"
ABRIL	19	579.058	653.466	1/2"
ABRIL	20	1177.503	918.112	5/8"
ABRIL	21	1026.649	918.112	5/8"
ABRIL	22	886.269	918.112	5/8"
ABRIL	23	884.172	918.112	5/8"
ABRIL	24	942.836	918.112	5/8"
ABRIL	25	419.039	688.584	5/8"
ABRIL	26	737.505	918.112	5/8"
ABRIL	27	993.123	918.112	5/8"
ABRIL	28	844.363	918.112	5/8"
ABRIL	29	806.65	918.112	5/8"
ABRIL	30	988.93	918.112	5/8"
MAYO	1	1129.307	918.112	5/8"
MAYO	2	949.122	918.112	5/8"
MAYO	3	963.787	918.112	5/8"
MAYO	4	974.265	918.112	5/8"
MAYO	5	1026.643	918.112	5/8"
MAYO	6	473.512	612.075	5/8"
MAYO	7	884.17	918.112	5/8"
MAYO	8	1045.499	918.112	5/8"
MAYO	9	825.507	918.112	5/8"
MAYO	10	98.484	679.927	3/4"
MAYO	10	576.179	679.927	5/8"
MAYO	11	964.312	895.026	3/4"
MAYO	12	974.568	895.026	3/4"
MAYO	13	1009.45	895.026	3/4"
MAYO	14	1023.815	895.026	3/4"
MAYO	15	1060.744	895.026	3/4"
MAYO	16	1112.033	895.026	3/4"
MAYO	17	1089.468	895.026	3/4"
MAYO	18	864.487	708.562	3/4"
MAYO	19	811.593	895.026	3/4"
MAYO	20	29.035	731.758	1"

MAYO	20	582.365	731.758	3/4"
MAYO	21	985.099	864.268	1"
MAYO	22	956.061	864.268	1"
MAYO	23	690.605	864.268	1"
MAYO	24	335.969	668.393	1"
MAYO	24	400.183	668.393	5/8"
MAYO	25	898.833	918.112	5/8"
MAYO	26	879.977	918.112	5/8"
MAYO	27	884.168	918.112	5/8"
MAYO	28	779.414	918.112	5/8"
MAYO	29	905.126	918.112	5/8"
MAYO	30	942.84	918.112	5/8"
MAYO	31	986.84	612.075	5/8"
JUNIO	1	639.036	931.947	5/8"
JUNIO	2	1016.17	931.947	5/8"
JUNIO	3	538.465	698.96	5/8"
JUNIO	4	938.653	931.947	5/8"
JUNIO	5	1072.742	931.947	5/8"
JUNIO	6	649.512	931.947	5/8"
JUNIO	7	180.566	520.445	1/2"
JUNIO	7	402.279	520.445	5/8"
JUNIO	8	815.66	852.436	1/2"
JUNIO	9	765.85	852.436	1/2"
JUNIO	10	971.317	852.436	1/2"
JUNIO	11	911.129	852.436	1/2"
JUNIO	12	826.036	852.436	1/2"
JUNIO	13	649.621	852.436	1/2"
JUNIO	14	848.865	852.436	1/2"
JUNIO	15	564.529	639.327	1/2"
JUNIO	16	801.13	852.436	1/2"
JUNIO	17	749.245	852.436	1/2"
JUNIO	18	780.38	852.436	1/2"
JUNIO	19	846.798	852.436	1/2"
JUNIO	20	823.97	852.436	1/2"
JUNIO	21	911.136	852.436	1/2"
JUNIO	22	1023.207	852.436	1/2"
JUNIO	23	392.261	645.163	1/2"
JUNIO	24	471.243	542.498	1.3/8"
JUNIO	25	749.392	876.461	1.3/8"
JUNIO	26	647.108	812.592	1.3/8"
JUNIO	27	456.794	812.592	1.3/8"
JUNIO	28	113.506	508.824	1.3/8"
JUNIO	28	215.806	508.824	5/8"
JUNIO	29	741.701	931.947	5/8"

JUNIO	30	659.987	931.947	5/8"
JULIO	1	894.651	918.112	5/8"
JULIO	2	879.984	918.112	5/8"
JULIO	3	741.7	918.112	5/8"
JULIO	4	888.364	918.112	5/8"
JULIO	5	842.272	918.112	5/8"
JULIO	6	863.227	918.112	5/8"
JULIO	7	756.366	918.112	5/8"
JULIO	8	527.993	573.82	5/8"
JULIO	9	842.277	918.112	5/8"
JULIO	10	869.513	918.112	5/8"
JULIO	11	900.943	918.112	5/8"
JULIO	12	1125.128	918.112	5/8"
JULIO	13	1095.793	918.112	5/8"
JULIO	14	794.079	841.603	5/8"
JULIO	15	934.459	918.112	5/8"
JULIO	16	758.459	918.112	5/8"
JULIO	17	1001.502	918.112	5/8"
JULIO	18	944.927	918.112	5/8"
JULIO	19	953.306	918.112	5/8"
JULIO	20	530.083	573.82	5/8"
JULIO	21	932.355	918.112	5/8"
JULIO	22	727.027	918.112	5/8"
JULIO	23	940.736	918.112	5/8"
JULIO	24	997.306	918.112	5/8"
JULIO	25	838.074	841.603	5/8"
JULIO	26	806.645	605.341	5/8"
JULIO	27	357.002	895.026	3/4"
JULIO	27	140.377	895.026	5/8"
JULIO	28	1068.955	895.026	3/4"
JULIO	29	718.107	895.026	3/4"
JULIO	30	1048.436	895.026	3/4"
JULIO	31	949.955	895.026	3/4"
AGOSTO	1	226.055	586.431	1"
AGOSTO	1	365.207	586.431	3/4"
AGOSTO	2	881.401	864.268	1"
AGOSTO	3	1020.353	864.268	1"
AGOSTO	4	321.456	288.089	1"
AGOSTO	23	150.854	0	5/8"
AGOSTO	25	127.807	357.706	5/8"
AGOSTO	26	825.509	476.941	5/8"
AGOSTO	27	559.419	596.177	5/8"
AGOSTO	28	689.318	715.412	5/8"
AGOSTO	29	802.46	918.112	5/8"

AGOSTO	30	886.266	918.112	5/8"
AGOSTO	31	974.265	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	1	634.844	612.075	5/8"
SEPTIEMBRE	2	1018.263	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	3	1076.929	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	4	1020.358	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	5	743.794	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	6	722.844	726.839	5/8"
SEPTIEMBRE	7	972.172	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	8	991.028	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	9	995.218	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	10	1028.74	841.603	5/8"
SEPTIEMBRE	11	1120.927	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	12	928.172	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	13	907.219	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	14	804.558	803.707	5/8"
SEPTIEMBRE	15	240.949	918.973	5/8"
SEPTIEMBRE	16	582.467	612.361	5/8"
SEPTIEMBRE	17	703.988	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	18	1083.219	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	19	859.033	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	20	595.037	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	21	810.842	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	22	99.981	918.112	16mm









SEPTIEMBRE	22	859.032	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	23	939.405	918.112	16mm
SEPTIEMBRE	24	612.384	841.603	16mm
SEPTIEMBRE	24	324.756	841.603	5/8"
SEPTIEMBRE	25	781.509	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	26	984.745	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	27	942.838	918.112	5/8"
SEPTIEMBRE	28	561.511	918.112	5/8"








Anexo 13. Estándar sistema

	ESTANDAR DE OPERACIÓN	EO-125-019	REV. 0	1/1	
		PLANTA DE LAMINACION LARGOS TALLER DE CILINDROS Y GUIADOS			

ESTANDAR DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

LAMINADOR 1

			FORMA	DUCHA	TIPO DE DUCHA	ANGULO DE ASPERSIÓN	DISTANCIA ENTRE CILINDRO Y DUCHA
DANIELIS	DANIELI 1	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
	DANIELI 2	PASE 2		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
	DANIELI 3	PASE 3		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
TREN 450	C1	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
		PASE 2		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
		PASE 3		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
		PASE 4		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
	C2	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
		PASE 2		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm

TREN 300				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
	C4	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
	C5	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
	C6	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
	C7	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
	C8	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
	DANIELLI 9	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm

Revisado Por: Alfredo Bruno

Aprobado Por: Hugo Choque

Fecha De Revisión: 23-09-22



ESTANDAR DE OPERACIÓN

EO-125-019

REV. 0



1/2












PLANTA DE LAMINACION LARGOS
TALLER DE CILINDROS Y GUIADOS



ESTANDAR DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

LAMINADOR 2

		FORMA	DUCHA	TIPO DE DUCHA	GRADO	DISTANCIA ENTRE CILINDRO Y DUCHA
TREN 500	C1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
			INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
			SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
			INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm

		PASE 3		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
		PASE 4		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
		C2	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
					INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
			PASE 2		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
					INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm
	PASE 3			SUPERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	25mm	
	TREN 330	C4	PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
					INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm
C5		PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
C6		PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
C7		PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
C9		PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
C10		PASE 1		SUPERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	
				INFERIOR	ASPERSOR	60°	20mm	

Revisado Por: Alfredo Bruno

Aprobado Por: Hugo Choque

Fecha De Revisión: 23-09-22

ANEXO 14: GALERIA FOTOGRAFICA

DUCHA MAL ALINEADA



MANGUERA CON FUGA DE AGUA



DUCHA RETIRADA DEL CANAL



CILINDRO LAMINACION – CAJA 2 – DESMONTAJE DE SISTEMA REFRIGERACION



Posiciones duchas en canales de laminación

CILINDRO LAMINACIÓN – CAJA 2 – DESGASTE DE CANAL



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN - ACCESORIOS



ANEXO 15: TRATAMIENTO DE FALLA (*)

N° Tratamiento

22242

Gatillo: undefined

Célula

ID. de Parada: 1054782

Ocurrencia

Célula responsable

Fecha de Parada

LAMINADOR 1

Inicio	Fin	Duración
2022-06-06 16:30:10	2022-06-06 18:54:10	02:24:00

Área: LAMINACION

Líder Célula: Laminador

¿Qué pasó y cómo te diste cuenta de la falla?

Rotura de cilindro superior caja 2, después del montaje de la caja 1 y caja 2 (parada programada turno mañana), durante el proceso se genera rotura de cilindro, se constata temperatura de barra que esta a 900°C.

¿Qué se hizo para reparar la falla?

- 1.- Se realiza las coordinaciones con taller de cilindros para la búsqueda de cilindro superior de reposición 2
- 2.- Desmontaje del cilindro de la caja 2 en el tren de laminación.

¿Hubo algo que hizo que demore la parada más de lo necesario?

- 1.- Las coordinaciones para la búsqueda de las duchas y mangueras de refrigeración porque no tiene identificación en los anaqueles.
- 2.- El desmontaje de sombrero con el cilindro superior roto.

¿Hubo alguna señal de la falla previa a la parada?

No se pudo detectar alguna; ya que veníamos de la parada de mantenimiento de los equipos y cambios de cilindros nuevos.

¿Cuál consideras que fue la causa de la falla?

Aún estamos analizando la falla:

- 1.- Checklist final de cajas de laminación
- 2.- Falla en el sistema de refrigeración, duchas refrigeración alejadas del cilindro
- 3.- Sombrero montado con problemas en el regulador de altura

¿Qué acciones recomiendas para prevenir esta falla?

- 1.- Realizar verificación final de las cajas laminación antes de la puesta en marcha.
- 2.- Que accesorios del sistema refrigeración (duchas, mangueras) estén identificadas
- 3.- Rediseño del sistema refrigeración
- 4.- Reparación de sombrero que se encuentra trabajando y reparación de sombrero de stock

Equipo de Análisis

USUARIO	NOMBRE	CÉLULA
HAPONTE	HECTOR APONTE VASQUEZ	LAMINADOR 1
MMONZON	MARVIN MONZON MENDOZA	LAMINADOR 1
PCAPRISTAN	PERCY EDGAR CAPRISTAN TELLO	LAMINADOR 1
AMACHADO	ANGEL MACHADO TOLENTINO	TALLER CILINDROS Y GUIADOS
HIMARTINEZ	HUGO MARTINEZ CORDOVA	TALLER CILINDROS Y GUIADOS
DTORRES	DARLIZ TORRES MACHUCA	TALLER CILINDROS Y GUIADOS

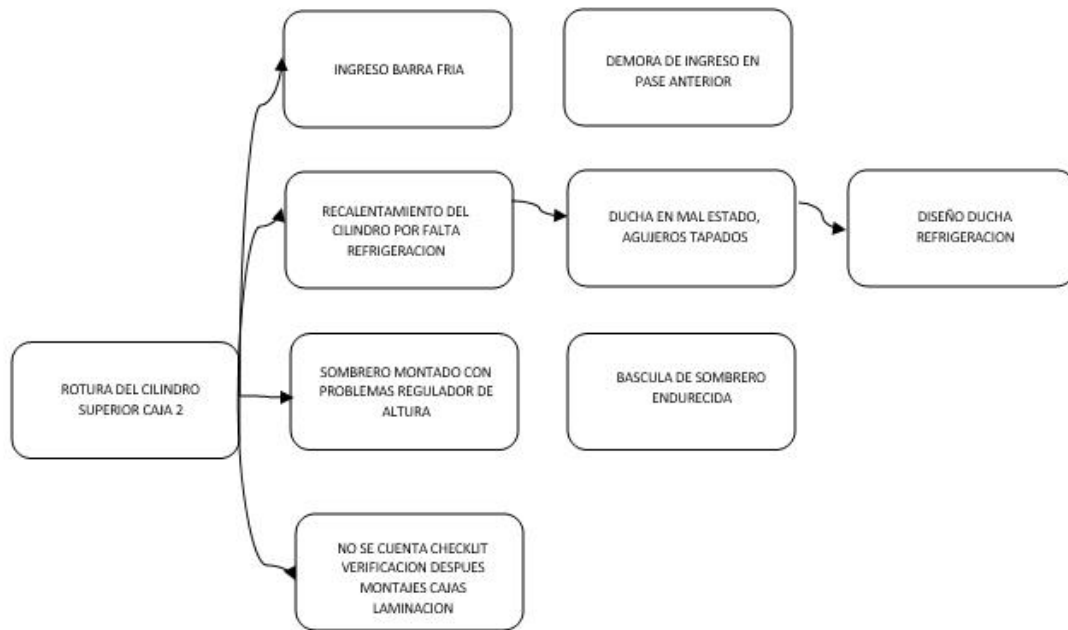
Causas Raíces

Número	Descripción
22242	No hay un estándar para el sistema de refrigeración.
22242	El sombrero montado con problemas en el regulador de altura.
22242	No se cuenta con un check de verificación final del estado de las cajas de laminación.

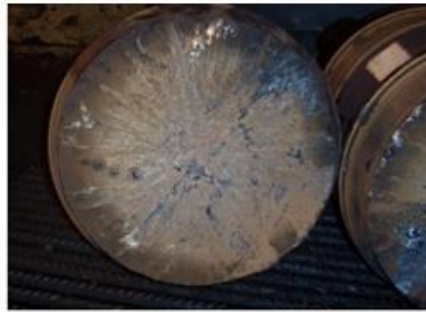
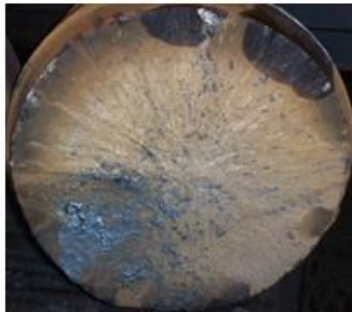
Planes de Acción Cantidad: 8

ID Acción	Causa Raíz	
2691	El diseño de la duchas de refrigeración	Cambiar diseño de ducha refrigeración.
2691	Porque la Rotura del cilindro presente	Elaborar estándar para sistema refrigeración
2692	Un corte vertical y el cilindro presente coloracion azulada que indica recalentamiento.	Implementar checklist de verificación después del montaje.

(*) Procedimiento de calidad aplicado en la empresa. Norma ISO 9001 cap.9.1.1 .



GALERIA FOTOGRAFICA



ANEXO 16: FORMATO LEVANTAMIENTO OBSERVACIONES

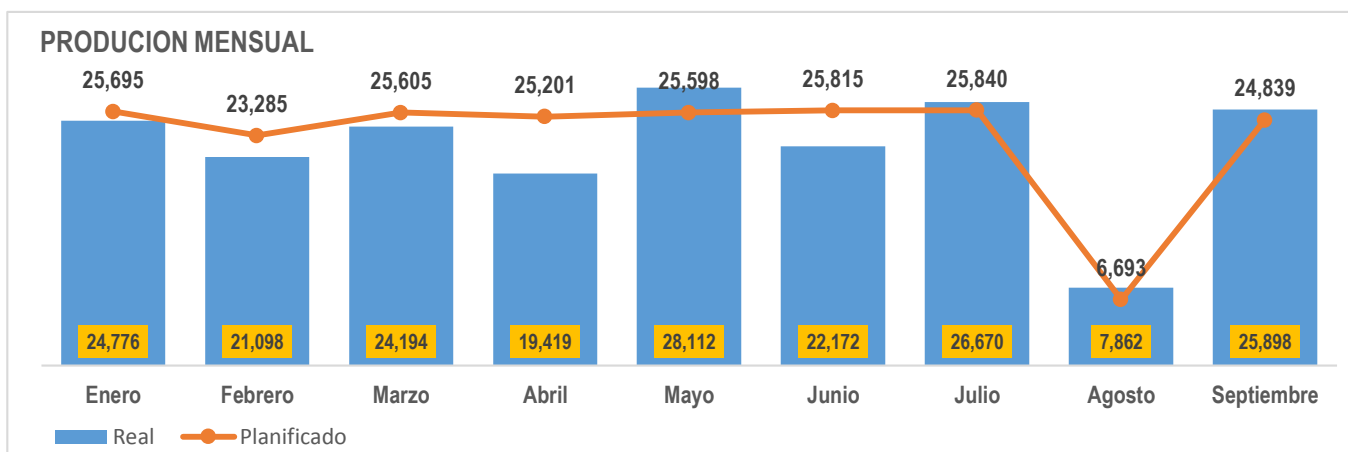
INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES
--

FACULTAD	Ingeniería y Arquitectura
ESCUELA	Ingeniería Industrial
CURSO	Desarrollo del proyecto de investigación
APELLIDOS Y NOMBRE (1)	Horna Tamariz Angelica María
APELLIDOS Y NOMBRES (2)	
TITULO DEL INFORME	Mejora de procesos del sistema de refrigeración para incrementar la productividad de los cilindros de Laminación en una empresa siderúrgica

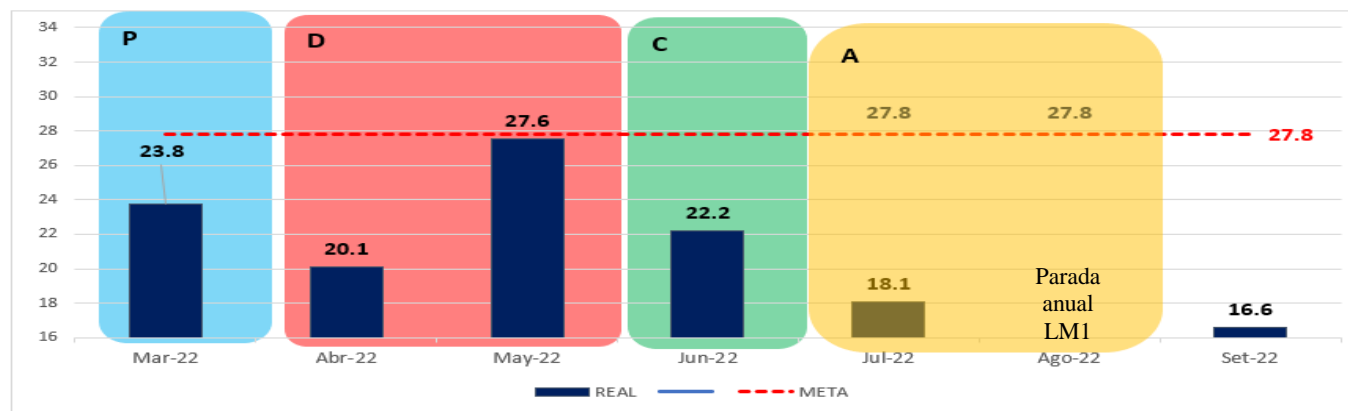
OBSERVACIÓN DEL JURADO	DESCRIBA MUY BREVEMENTE QUE HIZO PARA LEVANTAR LA OBSERVACIÓN INDICANDO LA PAGINA DE ALOJAMIENTO DENTRO DEL INFORME DE TESIS O PROYECTO DE TESIS
Temperatura de procesos antes y después de refrigeración	se investigó y se utilizó herramientas de medición de temperatura(pirómetro) a los cilindros de laminación, página 42 y 43
Vida útil y tiempo de uso de los equipos que forman parte del proceso de refrigeración	se investigó y se elabora tabla con todos los accesorios del sistema de refrigeración, página 49

PLANTA LAMINACIÓN - PRODUCCIÓN

MES	Real	Desafío
Enero	24,776	25695.37
Febrero	21,098	23285.4
Marzo	24,194	25604.81
Abril	19,419	25201.25
Mayo	28,112	25598.12
Junio	22,172	25814.76
Julio	26,670	25840.47
Agosto	7,862	6693.386
Septiembre	25,898	24839.11



PLANTA LAMINACION - PARADAS OPERACIONALES



PLANTA LAMINACIÓN – REDISEÑO DE SISTEMA REFRIGERACION

DISEÑO INICIAL

DISEÑO FINAL

CILINDRO

POS. 1 POS. 2

NOTA:
-TENER EN CONSIDERACION EL ANGULO DEL AGUERO.

POS.	DENOMINACION	ACERO INOX 4mm. espesor	DISEÑO/MATERIAL	CANT.	PESO TOTAL	APLICACION			
0	6	20	215	1000	2000	4000	8000	12000	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4	±5
COTAS SIN TOLERANCIAS INDICADAS (mm)		VALORES DE RUJOSIDAD SUPERFICIAL EN Ra, NORMA ABNT 8404 (ISO 4196).		REV	TEXTO	DISEÑADOR	VERO	APROBADO	FEDNA

EMPRESA: GERDAU – SIDERPERU

S LL-T.500-178 01

ESQ: DOC. DE REF.: INCLUIDO A:

NOTA:
1. TODAS LAS MEDIDAS EN PULG.
2. RESERVAR MEDIO BARRIL DE OILT SAURO INDICACION EN PARTICULAR.

NOTA:
-Mantener para tener los registros de todo el sistema de tuberías, válvulas, etc. en un solo lugar. -Indicar en cada caso el tipo de tubería, válvulas, etc.

NOTA:
-ESCRIBIRLA CON SIDERPERU-1718

POS.	DENOMINACION	CANT.	PESO TOTAL	APLICACION
5	FANON DE ENRIQUE	1	1,6 Kg	-
4	TUBO DE 1/2" SCH 80	1	0,7 Kg	-
3	APROBACION DE ENRIQUE	1	0,1 Kg	-
2	APROBACION DE ENRIQUE	1	0,1 Kg	-
1	APROBACION DE ENRIQUE	1	0,1 Kg	-

EMPRESA: GERDAU – SIDERPERU

S LL-T.500-178 01

ESQ: DOC. DE REF.: INCLUIDO A:

PLANTA LAMINACIÓN – REDISEÑO DE SISTEMA REFRIGERACIÓN





Figura 1. *Producción - acero largos*

Fuente: Empresa Siderúrgica

CAJA LAMINADORA



SIST. REFRIGERACIÓN

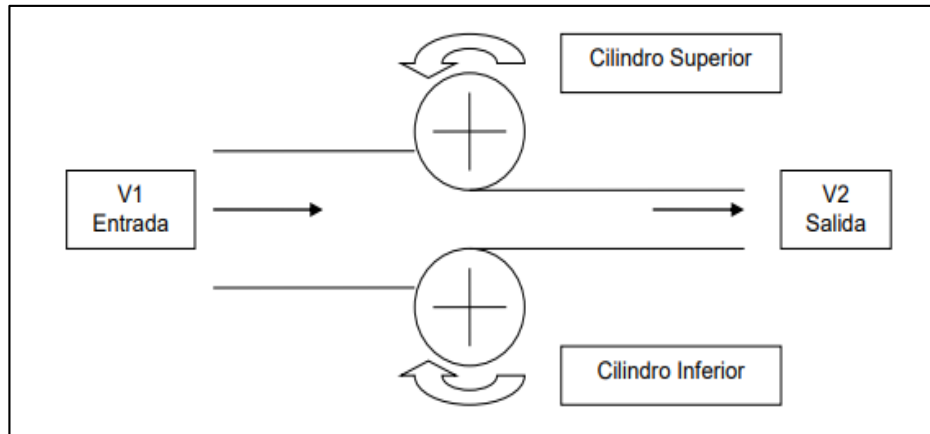


Figura 2. *Proceso de laminación.*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Productividad del proceso productivo.

PRODUCCIÓN ACTUAL

TOTAL HORAS/ MES	PARADAS CICLICAS (8 hrs/sem)	PARADAS RUTINA (1 hrs/día)	PARADAS IMPREVISTAS (1 hrs/día)	UTILIZACIÓN	BARRAS/ HORA	BARRAS/ MES	PESO/ PALANQUILLA	PRODUCCION KG	PRODUCCION TN
720	32	26	26	636	60	38,160	700	26,712,000	26,712

PRODUCCIÓN PROYECTADA

TOTAL HORAS/ MES	PARADAS CICLICAS (8 hrs/sem)	PARADAS RUTINA (1 hrs/día)	PARADAS IMPREVISTAS (1 hrs/día)	UTILIZACIÓN	BARRAS/ HORA	BARRAS/ MES	PESO/ PALANQUILLA	PRODUCCION KG	PRODUCCION TN
720	32	13	26	649	60	38,940	700	27,258,000	27,258

PRODUCCIÓN ACTUAL	26,712	TN
PRODUCCIÓN PROYECTADO	27,258	TN
DIFERENCIA	546	TN

RENDIMIENTO ACTUAL CILINDRO - CAJA 2

TOTAL CANALES/ CILINDRO	CANAL/ HORA	TIEMPO DURACION/HORA	DIAMETRO MAXIMO CILINDRO(MM)	DIAMETRO MINIMO CILINDRO(MM)	DIFERENCIA (MM)	MAQUINADO POR DESGASTE(MM)	TOTAL MAQUINADO	TOTAL VIDA UTIL /HORAS	TOTAL VIDA UTIL /DIAS
12	24	288	490	440	50	10	5	1440	60

RENDIMIENTO PROYECTADO CILINDRO - CAJA 2

TOTAL CANALES/ CILINDRO	CANAL/ HORA	TIEMPO DURACION/HORA	DIAMETRO MAXIMO CILINDRO(MM)	DIAMETRO MINIMO CILINDRO(MM)	DIFERENCIA (MM)	MAQUINADO POR DESGASTE(MM)	TOTAL MAQUINADO	TOTAL VIDA UTIL /HORAS	TOTAL VIDA UTIL /DIAS
12	48	576	490	440	50	10	5	2880	120

VIDA UTIL CILINDRO ACTUAL	60	DIAS
VIDA UTIL CILINDRO PROYECTADO	120	DIAS
DIFERENCIA	60	DIAS

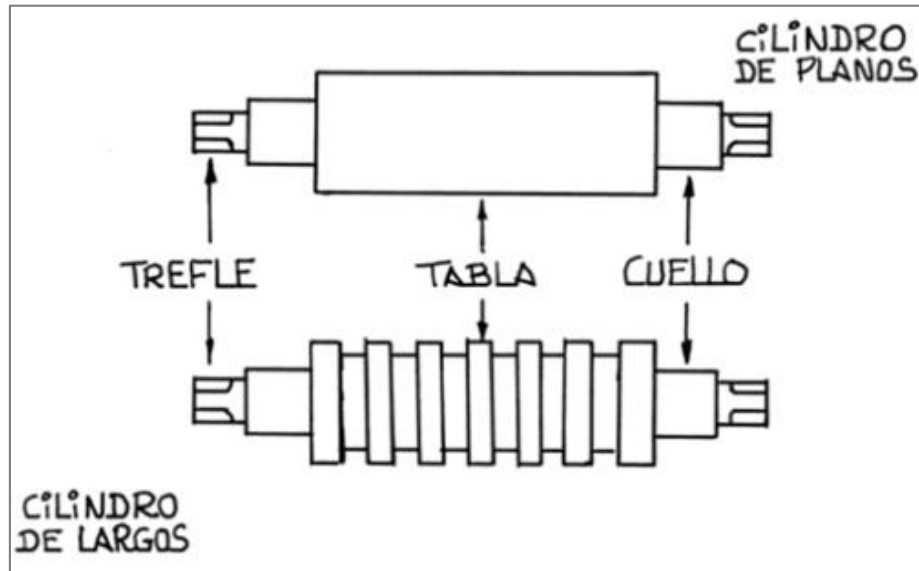


Figura 3. *Cilindro laminación.*

Fuente: Elaboración propia.



Ducha refrigeración

Dirección del agua

4
Manguera

3
Aspersores

Figura 4. Refrigeración de cilindros (Sistema complejo).

Fuente: Empresa Siderúrgica



1

2

3

**Entrada
agua**

**Ducha
refrigeración**

**Salida
agua**

Figura 5. *Flujo de agua en los canales del cilindro.*

Fuente: Empresa Siderúrgica.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINEDO PALACIOS PATRICIA DEL PILAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Mejora de procesos del sistema de refrigeración para incrementar la productividad de los cilindros de Laminación en una empresa siderúrgica", cuyo autor es HORNA TAMARIZ ANGELICA MARIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 13 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINEDO PALACIOS PATRICIA DEL PILAR DNI: 19082985 ORCID: 0000-0003-3058-7757	Firmado electrónicamente por: DPINEDOPA el 13- 12-2022 04:53:25

Código documento Trilce: TRI - 0485421