

**Rediseño del Proceso de Desbaste del Tren de Laminación en Grupo
Siderúrgico Reina GSR.**



Johan E. Barreto, Fabián A. Cárdenas
Mayo 2021.

Universidad Antonio Nariño
Boyacá

**Rediseño del Proceso de Desbaste del Tren de Laminación en Grupo
Siderúrgico Reina GSR.**

ii

Johan E. Barreto, Fabián A. Cárdenas
Marzo 2021.

Universidad Antonio Nariño
Boyacá

Notas del autor

Johan E. Barreto, Facultad de Ingeniería, Universidad Antonio Nariño - Duitama;
Fabián A. Cárdenas, Facultad de Ingeniería, Universidad Antonio Nariño -
Duitama.

Este trabajo fue realizado con el acompañamiento y ayuda de la empresa Grupo Siderúrgico Reyna. Cuenta con la corrección del estilo del profesor Luis Felipe Amaya, de la facultad de ingeniería de la Universidad Antonio Nariño.

Nota de Aceptación

iii

Nombre y firma jurado 1

Nombre y firma jurado 2

Nombre y firma presidente

Nombre y firma secretario

Con amor quiero dedicar esta tesis a mis padres Nancy Yaneth Rodríguez y Luis Enrique Barreto porque ellos están siempre dispuestos en ayudarme en ser mi apoyo para hacer de mí una persona de muy buenos principios y a mi hermano Arnold David Barreto porque quiero dejarle el mejor ejemplo para cuando él este realizando su carrera profesional.

Dedico de la misma manera a la universidad por las bases de formación que recibí cada semestre, por la asignación de un buen plantel de profesores que siempre estuvieron dispuestos a colaborarame.

Johan Enrique Barreto Rodríguez.

Este trabajo se lo dedico a mis padres Jorge Hernando Cárdenas y Elba Pérez Vega, que me han sacado adelante con mucho esfuerzo y con la sabiduría que los caracteriza, brindándome todo su amor y acompañamiento en este proceso de mi vida profesional, gracias por saberme guiar y estar en este nuevo logro para mí.

A Dulce Alejandra por su acompañamiento y escucharme en los momentos más difíciles de mi tesis.

Fabián Andrés Cárdenas Pérez.

Agradecimientos

v

Agradecemos de la manera más formal a la empresa grupo siderúrgico Reina GSR. Por permitir que realizáramos nuestra propuesta tesis en sus instalaciones y compartir información del área de laminación. Agradecimiento a Jorge Cárdenas por ser el colaborador para el desarrollo de esta tesis.

Agradecemos a todos los docentes por brindarnos sus conocimientos y agradecer a nuestros compañeros y amigos en especial a Brayan Payares quienes fueron parte esencial en nuestra carrera como apoyo y acompañamiento.

Agradecemos al Ing Luis Felipe Amaya director de tesis por su acompañamiento en el paso de evolución de esta tesis y brindando su amplio conocimiento para la realización de esta tesis.

En los últimos años en el departamento de Boyacá ha fortalecido el sector siderúrgico contando a si con más de 5 empresas dedicadas a la siderúrgica. En la siderúrgica GSR las producciones de acero largo se ven elevadas anualmente, en cada periodo de tiempo la empresa buscar ser calificada en forma de ser muy representativa tanto para Colombia y para el mundo.

Durante la elaboración del trabajo de grado se analizaron todo tipo de información que conllevaron a buscar la mejor propuesta para el aumento de producción de acero largo. En el estudio realizado encontramos falencias en el área de desbaste del proceso de laminación en la empresa Grupo Siderúrgico Reina, estas falencias fueron las cajas dos y cuatro horizontales que no incurren con ningún problema en la producción, pero si representan un tiempo adicional debido a que se tiene que realizar un proceso extra que es la torsión a la palanquilla.

La propuesta de este trabajo de grado es el cambio de las cajas dos y cuatro horizontales por las cajas verticales, estas cajas nos van a evitar demoras debido a que no es necesario la torsión de la palanquilla, asegurando una mayor calidad del producto y evitar la producción de chatarra.

Palabras Clave: Palanquilla, caja horizontal, caja vertical, siderúrgicas, rotor de barra o palanquilla.

Some years ago, in Boyacá department the steelmarker sector had been stronger. It sector had more than 5 factories. In the GSR steelmarker the long steel production has increased annually. In each period of time the factory looks for being highly qualified and one on the best factories in Colombia and the world.

During the production of this research project, we analyzed data related to the highly increase of long steel production. In this analysis we found a shortcoming in the polishing of rolling process in the Grupo Siderúrgico Reina of the factory. The main shortcoming was the the operation of the second and fourth horizontal boxes for vertical boxes. These boxes are going to avoid delays that's why it's not necessary the torsion of the lever. This could help to obtain a high quality products and minimize the steel waste.

Keywords: billet, horizontal box, vertical box, steel mills, bar's rotor.

Tabla de Contenidos

viii

Introducción	1
Planteamiento del Problema	3
Descripción del Problema	4
Formulación del Problema.....	5
Justificación	6
Consumo Supuesto de Acero Laminado Per Cápita	9
Consumo Aparente De Productos Laminados	10
Siderúrgicas en Colombia:	12
Objetivos	14
General.....	14
Específicos	14
Marco Referencial.....	15
Antecedentes	15
Marco Teórico.....	24
Ingeniería de métodos	24
Ingeniería del proceso.	25
Estudio del trabajo	25
Estandarización del trabajo	25
Diseño de puestos de trabajo.....	25
Marco Conceptual.....	28
Estudio de tiempos:.....	28
Análisis de procesos a partir gráficos o herramientas para el análisis de procesos	28
Ishikawa.	28
Diagrama de operaciones.....	28
Diagramas del proceso.....	28
Diagrama de Pareto.....	29
Diagrama de Causa-Efecto.	29
Estudio de tiempos.....	29
Diseño de puestos de trabajo.....	29
Seis sigmas.....	29
Marco Geográfico	30
Marco Legal.....	31
Diseño Metodológico.....	32
Tipo de investigación:.....	32
Método de investigación:	32
Variables de Medición	32
Fase 1.	32
Fase 2.	32
Fase 3.	33
Fase 4.	33
Recolección y Análisis de Datos.....	33
Fase 1.	33
Fase 2.	33
Fase 3.	33

Fase 4.	33ix
Unidad de Estudio o Muestra.....	33
Fases y Actividades Metodológicas.....	33
Fase 1.	33
Fase 2.	34
Fase 3.	34
Fase 4.	34
Diagnóstico y Caracterización de Procesos	35
Análisis y Tabulación de Instrumentos.....	35
Encuesta aplicada.....	37
Análisis de los resultados.....	37
Caracterización de procesos.....	43
Proceso Calentamiento de Palanquilla.....	45
Proceso de desbaste.....	47
Proceso de despunte de cabeza y cola de Palanquilla.....	48
Análisis de requerimientos de distribución de planta y diseño del proceso de desbaste.	50
Cursograma del proceso de desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.	52
Cursograma actual del proceso de desbaste.....	52
Cursograma propuesta del proceso de desbaste.....	52
Diagrama de relaciones de las actividades en la empresa Grupo Siderurgico Reina.	55
Identificación de mejoras.....	56
5 PORQUE	57
La nueva distribución del proceso de desbaste.	59
Diseñar el puesto de trabajo para las cajas verticales que cumpla con los requerimientos antropométricos de Colombia para el proceso de desbaste en Grupo Siderúrgico Reina.	66
Diseño para los extremos	67
Diseño ajustable:.....	67
Diseño para el tamaño promedio:	67
Colocar cada una de las herramientas y materiales en el área de trabajo:	67
Disponer las herramientas, controles y otros componentes de tal forma que se pueda disminuir los movimientos.....	67
Maneje un soporte como dispositivo de sujeción:	68
Sitúe los dispositivos de control para lograr un excelente acceso y mayor fuerza:	68
Utilice un soporte y un agarre para las tareas que requieran fuerza y precisión:.....	68
En los tiempos prolongados evada ejecutar carga muscular:.....	68
Codos flexionados para efectuar trabajos de torsión:	69
Muñeca estirada:	69
Impida la tensión de los tejidos:.....	69
Evite el movimiento dactilar repetitivo:	69
Los dedos más fuertes para trabajar:.....	70
Peso de la herramienta y la longitud del mango:	70
Maneje los guantes con sensatez:	70
Maneje equipos automáticos:.....	70
Manipule de manera adecuada las herramientas automáticas:	70
Escoja una maquina automática para el tipo de trabajo apropiado:.....	71
Conclusiones.....	75

Recomendaciones	77x
Lista de referencias	78
Anexos	83
Proceso de Calentamiento de Palanquilla Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.	83
Proceso de desbaste Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.....	84
Proceso de Despunte de Cabeza y Cola de Palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.	84
Encuesta aplicada para el personal del proceso de desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico Reina.	86
Tabulación de encuesta aplicada de preguntas usadas para el análisis.	86

Tabla 1 <i>Crecimiento económico Colombiano en el 2018</i>	6
Tabla 2 <i>Producción de acero crudo por países (miles de toneladas)</i>	8
Tabla 3 <i>Consumo aparente de acero laminado PER CAPITA (Kgs)</i>	9
Tabla 4 <i>Consumo aparente de productos laminados (millones de toneladas)</i>	10
Tabla 5 <i>Paremetros Antropometricos Colombianos. (centímetros)</i>	26
Tabla 6 <i>Variables directas e indirectas</i>	36
Tabla 7 <i>Tabulación y análisis de resultados de la encuesta</i>	38
Tabla 8 <i>Tabulación y análisis de resultados de la encuesta</i>	40
Tabla 9 <i>Tabulación y análisis de resultados de la encuesta</i>	41
Tabla 10 <i>Ficha diagnostica del Proceso de Calentamiento de Palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	46
Tabla 11 <i>Ficha diagnostica del Proceso de Desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i> .	48
Tabla 12 <i>Ficha técnica proceso de despunte de cabeza y cola de palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgica Reina</i>	49
Tabla 13 <i>Código de relación de proximidad</i>	54
Tabla 14 <i>Ishikawa problema Palanquilla Defectuosa</i>	56
Tabla 15 <i>Comparación de propuestas de distribución</i>	61
Tabla 16 <i>Tiempos Actuales del Proceso de Desbaste (Unidades segundos)</i>	63
Tabla 17 <i>Tiempos de propuestas del Proceso de Desbaste (Unidades segundos)</i>	64

Figura 1 <i>Ubicación geográfica de empresas siderúrgicas en el departamento de Boyacá.....</i>	12
Figura 2 <i>Otras empresas siderúrgicas en el país.....</i>	13
Figura 3 <i>Ubicación geográfica de planta GSR.....</i>	30
Figura 4 <i>Diagrama de flujo total del proceso de laminación de la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	45
Figura 5 <i>Plano actual del proceso de desbaste</i>	51
Figura 6 <i>Crusograma del proceso de desbaste actual en la empresa Siderúrgico Reina</i>	52
Figura 7 <i>Crusograma propuesta del proceso de desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	53
Figura 8 <i>Tabla relacional de actividades</i>	54
Figura 9 <i>Diagrama de relaciones de las actividades en la empresa Grupo Siderurgico Reina ..</i>	55
Figura 10 <i>Diagrama de Ishikawa problema Palanquilla Defectuosa</i>	56
Figura 11 <i>Primer Plano propuesta del proceso de desbaste</i>	59
Figura 12 <i>Segundo plano propuesto del proceso de desbaste</i>	60
Figura 13 <i>Medidas de percentil P5 en cm de Paremteros Antropometricos Colombianos para la empresa Grupo Siderurgico Rienna</i>	66
Figura 14 <i>Vista superior caja vertical</i>	72
Figura 15 <i>Vista lateral caja vertical</i>	73
Figura 16 <i>Vista frontal caja vertical.....</i>	74

Lista de Anexos

xiii

Anexos 1 <i>Diagrama de flujo proceso de Calentamiento de palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	83
Anexos 2 <i>Caracterización de Proceso de Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	84
Anexos 3 <i>Caracterización Proceso de Despunte de Cabeza y Cola de Palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	85
Anexos 4 <i>Encuesta para recolección de información en el proceso de desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico Reina</i>	86
Anexos 5 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	86
Anexos 6 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	87
Anexos 7 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	88
Anexos 8 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	88
Anexos 9 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	89
Anexos 10 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	90
Anexos 11 <i>Gráfico de pregunta de encuesta</i>	90

Introducción

En los años actuales se ha evidenciado que en las grandes industrias del sector siderúrgico en el departamento de Boyacá, se ven más involucradas en las obras públicas nacionales y en un sector de exportación que aún no es tan fuerte en esta industria. El sector ha venido innovando sus procesos para ser más competitivos a nivel nacional e internacional (Barreto, 2014).

Por necesidad, estas siderúrgicas han comenzado a solucionar sus deficiencias tecnológicas, pero a su vez, han cumplido con la normativa nacional para productos que pueden convertirse en comercializadores, y su capacidad ha llegado a un punto. Los productos se entregan a tiempo y en buen estado. (Cifuentes, 2020)

En el contexto de Colombia, la producción de acero largo sísmico y de hormigón antisísmico; el uso de hormigón y barras de acero de alta resistencia contribuye al éxito de los proyectos del cliente y al desarrollo del país, y está comprometida con la reforestación del medio ambiente y las aguas circundantes. (Cifuentes, 2020)

Su materia prima es netamente Colombiana, la mayor parte es reciclada y seleccionada para obtener la mejor calidad en su debida transformación ha dicho producto.

En ese caso en la empresa Siderúrgica GSR que está ubicada en la Ciudad de Sogamoso, Boyacá, Colombia. Se realizará un rediseño en el proceso de desbaste en el área de laminación, ya que dicho proceso de esta área realiza un trabajo que es indebidamente innecesario, por esta razón se presentan demoras, cuellos de botella, mala calidad en la palanquilla y por consiguiente se analiza que hay una pérdida de material.

A partir de un diagnóstico y caracterización del proceso de desbaste en el área de laminación, diseñando de esta forma una lista de datos cuantitativos y cualitativos, donde estos serán la información primaria para obtener una documentación que sea una referencia de guía, luego con ayuda de los planos ya vigentes del área de laminación se planteará una nueva retribución basándonos en los requerimientos y puestos de trabajo en el proceso de desbaste en el área de laminación.

Debido a que la empresa GSR quiere ser más competitiva a nivel nacional, busca mejorar su proceso realizando mejoras y actualizaciones. Esto conlleva a plantear una propuesta de realizar un nuevo diseño del proceso de desbaste en el tren de laminación; donde exactamente contamos con siete cajas, el estudio se centrara en las cajas de desbaste número dos y número cuatro donde se pretende realizar una mejora en el proceso de desbaste.

Planteamiento del Problema

Para Benavides y Quiroga (2013) la ausencia de una buena distribución en el proceso de desbaste hace que los productos que se fabrican en dicha empresa tengan una demora adicional, durante el proceso de fabricación adicionando igualmente costos, y disminuyendo la calidad del producto.

El problema de distribución en el proceso de desbaste se debe a la necesidad de posicionar el sistema de producción a través de cajas verticales de desbaste en las instalaciones disponibles, debido a que actualmente se cuenta en el proceso, con unas cajas horizontales que genera que la palanquilla realice una torsión innecesaria generando fallas como son: Fracturas en la palanquilla, grietas, pliegues, desgaste de quipos, consumos extra; lo que se busca es que la empresa GSR pueda actuar de manera eficiente y eficaz a la demanda y cantidad. En la producción no se puede mantener la misma distribución en planta ya que conducirá a la ineficiencia del sistema.

Como en el estudio de Puma (2011), la empresa estudio de caso, se estructuro en sus nuevas políticas empresariales para aumentar los niveles de producción en sus productos que se ofrecen para lograr ser competitivos tanto regional como internacional y suplir las demandas.

Si bien la industria del acero es una de las industrias fuertes en los factores económicos de cada país. 1,6% es el consumo de acero largo que se puede esperar para el mundo. Latinoamérica a perdido con respecto a otros continentes un nivel de competencia y producción de valor agregado. (Alacero, 2019)

Descripción del Problema

Colombia cuenta con una industria siderúrgica desde 1938 y hoy cuenta con 6 acerías y 10 trenes de laminación en caliente que producen acero largo. El acero es producido por cinco siderúrgicas que concentran el 100% de la producción de aceros largos del país, a saber: Acerías Paz del Río, Gerdau-Diaco, Sidenal, Sidoc y Ternium. Esta producción se destina principalmente a los sectores de la construcción y las infraestructuras y abastece a la mayor parte del mercado nacional. (ANDI 2018)

Los proyectos de renovación urbana que se están llevando a cabo en las principales ciudades, así como una parte importante del desarrollo vial, habitacional y portuario de cuarta generación, han demostrado que las cadenas de acero y metal de Colombia son un aliado importante. No solo permite la promoción de la industria y el empleo nacionales, sino que también garantiza la calidad y la seguridad. (ANDI, 2018.p.20).

Boyacá cuenta con tres grandes empresas siderúrgicas: Acerías Paz del Río, Sidenal y Gerdau Diaco, que frecen una gran cantidad de empleo en el departamento y cumplen con gran parte de la demanda de los proyectos de infraestructura en el país. (Revista Semana, 2018).

En el caso de GSR (Grupo Siderúrgico Reina), la falta de una buena distribución en el proceso de desbaste hace que los productos que se fabrican en dicha empresa tengan una demora adicional durante el proceso de fabricación sumando costos, y disminuyendo su calidad, esto sumado al aumento de la necesidad de innovar en busca de diseños de planta más eficientes ha llevado a la necesidad de mejorar las deficiencias, en el proceso

de desbaste en el tren de laminación en el cual, en estos momentos existes cajas verticales y se busca cambiar dichas cajas por un diseño horizontal.

El problema de distribución en proceso de desbaste se debe a la necesidad de ubicar el sistema de producción a través de las cajas verticales de desbaste en las instalaciones disponibles. Debido a las cajas horizontales en el proceso actual, las palanquillas realizan torsiones innecesarias y genera un mal proceso, tales como: Fracturas de palanquilla, grietas, pliegues, desgaste de equipos, consumos adicionales, lo que se persigue es que GSR pueda responder rápidamente a cambios de demanda y cantidad. En producción, es difícil mantener la misma distribución, ya que esto hará, que el sistema sea ineficiente en el mediano a largo plazo.

El área de laminación cuenta con un plan de pasadas de 14 cajas, se quiere reemplazar las siguientes cajas de desbaste: caja de desbaste número 2 de diámetro 106x100 y la caja número 4 de diámetro 70.4, estas cajas son horizontales y se quiere reemplazar por unas verticales de mismo diámetro, esto mejoraría las características del producto ya que desde el momento de salir del horno no se realizarían ningún tipo de torsión en dicha palanquilla, igualmente reduciendo las fracturas, los pliegues y grietas que se presentan en este momento.

Formulación del Problema

Debido a lo anterior en la empresa GSR Grupo Siderúrgico Reina se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo una correcta distribución de planta y rediseño del proceso de desbaste mejorará la eficiencia en Grupo Siderúrgico Reina en el área de laminación

Justificación

En referencia a los datos económicos de Colombia en 2018, la economía logró una tasa de crecimiento positiva del 2,7% Tabla 1, sin embargo, la industria siderúrgica se vio afectada por las distorsiones que surgieron en el mercado siderúrgico mundial debido a las medidas económicas. Refleja acciones tomadas por otros países. Esto significa que el desvío de comercio hace que los precios sean inevitables y las importaciones aumenten significativamente, especialmente de países que no tienen tratados de libre comercio, lo que genera consecuencias negativas para la industria siderúrgica nacional

Tabla 1

Crecimiento económico Colombiano en el 2018.

País	2017	2018	Variación
Brasil	22.422	23.146	3%
México	18.694	19.029	2%
Argentina	4.589	4.763	4%
Colombia	1.895	1.649	-13%
Perú	1.517	1.505	-1%
Chile	1.062	1.131	6%
Ecuador	710	738	4%
Venezuela	404	131	-68%

República Dominicana	471	523	11%
Guatemala	454	563	2%
Costa Rica	378	393	4%
Cuba	114	117	3%
El Salvador	90	92	2%
Uruguay	66	60	-9%
Paraguay	21	22	5%

Nota: (ANDI, 2018)

Para Colombia se encontró un registro de 42.000 toneladas consumidas en enero de este año, con un aumento de 15%.

La siderurgia colombiana produjo 1,2 millones de toneladas de aceros largos en 2018, un 12% menos que en 2017, los dos principales productos siderúrgicos para hormigón y bobinas, que representan el 88% de la producción nacional. y disminuyó bruscamente (-7%) y (-26%), respectivamente (ANDI, 2018.p.22).

Tabla 2*Producción de acero crudo por países (miles de toneladas).*

País	2015	2016	2017	2018	2019
Brasil	33.256	31.275	34.365	34.735	33.459
México	18.228	18.811	19.924	20.204	18.598
Argentina	5.028	4.126	4.641	5.162	4.722
Perú	1.082	1.168	1.207	1.217	1.254
Colombia	1.358	1.272	1.253	1.219	1.150
Chile	1.112	1.153	1.158	1.145	1.017
Ecuador	720	576	561	583	607
Guatemala	403	314	294	300	306
Cuba	284	244	221	225	230
El Salvador	124	100	96	99	102
Uruguay	97	61	58	60	62
Venezuela	1.345	553	444	129	56
Otros	639	70	24	25	26
Total	63.676	59.723	64.229	65.104	61.587

Nota: Fuente de Alacero (2019)

Consumo Supuesto de Acero Laminado Per Cápita

Frente al consumo global, que crecerá un 1,6%, el escenario latinoamericano pierde competitividad y espacio para generar mayor valor agregado. Se espera que el consumo disminuya en 2019 en un 2,3%. (Alaceros,2019).

Tabla 3

Consumo supuesto de acero laminado PER CAPITA (Kgs)

País	2015	2016	2017	2018	2019
Argentina	122	96	112	108	92
Brasil	105	90	94	102	103
Chile	156	152	158	148	140
Colombia	84	75	72	73	74
México	206	208	215	205	196
Perú	112	104	115	126	125
Venezuela	60	24	17	6	4
Otros	59	56	54	40	41
América Latina	115	106	109	107	105
Unión Europea	336	341	351	363	366
Estados Unidos	300	284	300	305	310
Corea del Sur	1.094	1.114	1.094	1.040	1.050
Mundo	225	224	238	245	249

Nota: Fuente Alacero (2019)

Consumo Aparente De Productos Laminados

El consumo de acero disminuirá un 1,5% en 2019. La previsión sigue esta tendencia y se sitúa por debajo de la estimación de la media mundial, que prevé un aumento del 2,7%. Las previsiones de consumo de China pronostican un crecimiento del 6,2 %, que no solo es más alto que el promedio mundial proyectado, sino también un crecimiento del 2,1 % para el consumo de América del Norte. Al mismo tiempo, en la Unión Europea se espera que la demanda aparente crezca un 1,3% en 2019. (Alaceros,2019)

Para la empresa Grupo Siderúrgico Reina se plantea la instalación del sistema de cajas de desbaste verticales aumentaría la velocidad de producción con respecto al desbaste de la palanquilla de esta forma amplia el consumo de palanquillas que ingresa al horno. Destacando que la palanquilla está compuesta mayor parte por acero crudo.

Tabla 4

Consumo aparente de productos laminados (millones de toneladas)

País	2015	2016	2017	2018	2019
Argentina	5,254	4,206	4,920	4,826	4,137
Brasil	21,295	18,520	19,523	21,207	21,657
Chile	2,797	2,760	2,899	2,741	2,624
Colombia	4,032	3,660	3,560	3,636	3,704
México	24,881	25,487	26,509	25,589	24,693
Perú	3,492	3,266	3,659	4,044	4,050
Rep. Dom	0,426	0,436	0,471	0,523	0,564
Venezuela	1,844	0,735	0,511	0,170	0,124
Otros	5,953	5,769	5,608	4,226	4,378

América Latina	69,974	64,839	67,660	66,963	65,931
-----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

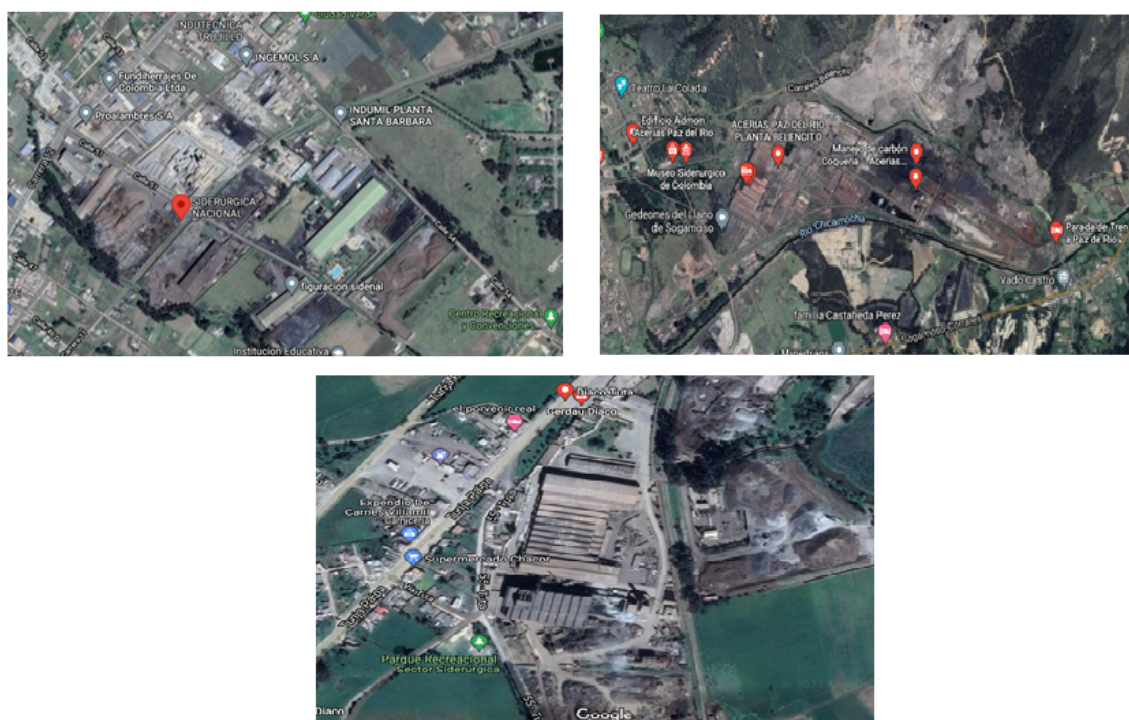
Nota: Fuente Alacero (2019)

En el caso de estudio, el tren de laminación de la empresa GSR es un proceso lineal de producción continua que se trabaja de 24/7. En el flujo del proceso de desbaste inicia en el horno que contiene una capacidad de almacenaje de 53 unidades, con una duración dentro del horno desde su entrada hasta la salida de tres horas y que es sometida a una temperatura 1100 a 1250 °C. Continuando al proceso de desbaste la palanquilla se ve sometida a 7 cajas de desbaste de trabajo horizontal, existiendo entre la caja 1 y 2 un girador de barra que realiza un giro a la palanquilla para que se realice su desbaste por la otra cara; Entre las cajas 3 y 4 se encuentra otro girador de barra realizando la misma función. Dentro del diseño planteado por el proveedor de la instalación de las maquinas se encuentra ubicado unas cajas verticales, estas cajas verticales cumplen con la función de desbastar la palanquilla por las partes laterales de la barra. Teniendo en cuenta el diseño del proveedor este no cumple con los requerimientos.

Siderúrgicas en Colombia:

Figura 1

Ubicación geográfica de empresas siderúrgicas en el departamento de Boyacá.



Nota: (Google mapas, 2021)

Sidal: Cra. 11 #4873, Sogamoso, Boyacá.

Acerías Paz del Río: Belencito, Sogamoso, Boyacá.

Diaco: Tunja-Paipa, Bosiga Sur, Tuta, Boyacá.

Figura 2***Otras empresas siderúrgicas en el país.***

Nota: (Google mapas, 2021)

Ternium: Palmar de Varela, Atlántico

Sidoc: Cra. 37 # 12A - 63, Yumbo, Valle del Cauca

Objetivos

General

Realizar un nuevo diseño del proceso de desbaste del tren de laminación en Grupo Siderúrgico Reina GSR.

Específicos

Realizar el diagnóstico y caracterización de procesos.

Analizar requerimientos de distribución de planta y diseño del proceso de desbaste.

Diseñar la nueva distribución del proceso de desbaste.

Diseñar el puesto de trabajo para las cajas verticales que cumpla con los requerimientos antropométricos de Colombia para el proceso de desbaste en Grupo Siderúrgico Reina.

Marco Referencial

Antecedentes

Antecedente 1, revistas de Alacero (2019) América latina en cifras y de la ANDI informe del sector siderúrgico (2018). Tomamos referencias de estas revistas para basarnos en los datos cuantitativos en las siderúrgicas tanto del país como del exterior.

Antecedente 2, En este antecedente fue utilizado para el análisis de una distribución de planta que cumpla con la funcionalidad requerida en el proceso “Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa “prefabricados del austro”, que se forma con su objetivo general

Propuesta de redistribución en planta y mejoramiento de la producción para la empresa “prefabricados del austro”.

Generalizando y tomando como base para nuestro proyecto vemos como referencia los siguientes objetivos específicos:

Estudio del problema

Análisis actual de la empresa.

Propuesta de la distribución de la planta y mejoramiento de la producción.

Análisis de costos para la implementación del proyecto de distribución de la planta.” (Puma, 2011)

Antecedente 3. En el país se encuentran diferentes industrias siderúrgicas, considerando la empresa siderúrgica GSR su solicitud es un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación. De manera de encontrar bases se tomó como referencia la tesis de pregrado (Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de

artículos de seguridad kadis E.U.) de la Universidad Libre teniendo como objetivo general y específicos:

“Implementar una distribución en planta de manera que se optimice el proceso de producción y el funcionamiento de la manufacturera KADIS E.U. Para Benavides y Quiroga plantean los siguientes objetivos específicos para la tesis Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de artículos de seguridad kadis E.U.

Diagnosticar las fallas que presenta la empresa en el proceso de producción mejorando la capacidad de respuesta de la organización ante la implementación de la distribución en planta.

Planear estrategias para una efectiva implementación de distribución en planta en la manufacturera KADIS E.U.

Desarrollar la implementación del diseño de distribución en planta para la obtención de una mejora en el proceso de producción y el funcionamiento de la manufacturera KADIS E.U.

Evaluar el impacto del diseño de distribución de planta sobre el proceso de manufactura de los artículos de seguridad.” (Benavides, Quiroga, 2013)

Antecedente 4. En el Departamento de Boyacá podemos encontrar varias empresas siderúrgicas donde se han realizado varias tesis y estudios a dichas empresas de este sector, para la empresa siderúrgica GSR su solicitud es un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación. De manera de encontrar bases se tomó como referencia la tesis de pregrado (diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa Gerdau Diaco - planta tuta)

de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia como objetivo general y específicos:

Diseñar el Programa de mantenimiento preventivo para las Cajas laminadoras, incluyendo la caja de desbaste del Tren 3 de laminación en la empresa Gerdau Diaco - Planta Tuta, mediante la creación de una metodología adecuada con el fin de disminuir las fallas presentadas en las cajas por falta de planeación de actividades de mantenimiento. Se destaca a continuación los objetivos específicos para tesis diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa Gerdau Diaco - planta tuta

Identificar el panorama actual del mantenimiento que se realiza en las cajas laminadoras y el desbaste del tren 3 de Laminación.

Revisar el sistema de codificación de equipos que se implementa actualmente en el grupo GERDAU y ajustarlo, si es posible, tanto a las maquinas como a sus componentes.

Determinar la criticidad de los componentes de cada tipo de caja de laminación presentes en el tren 3 de laminación.

Mejorar la gestión de inventario que se aplica actualmente teniendo en cuenta la criticidad que presenten los componentes de cada caja laminadora.

Diseñar los formatos necesarios para controlar el mantenimiento realizado a las máquinas y sus componentes. (León, Murcia, 2017).

Antecedente 5. Para la empresa siderúrgica GSR su solicitud es un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación tomo como base de rediseño de puesto de

trabajo la tesis. (Rediseño del sistema de evacuación y pesaje de perfilaría del tren tres para la empresa Gerdau Diaco planta tuta) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia como objetivo general y específico.

Rediseñar el sistema evacuación y pesaje de paquetes de perfiles con bascula electrónica en la línea de terminación del tren laminador tres de la empresa Gerdau Diaco planta tuta, con el fin de mejorar la eficiencia en el proceso de empaque y pesaje y garantizar la seguridad de los operarios. Para esta tesis establecen los siguientes objetivos específicos.

Recolectar la información y analizar el estado actual del sistema, identificando las variables presentes con el fin de definir el nuevo sistema eléctrico y mecánico del proceso.

Proponer y seleccionar alternativas de diseño para el nuevo sistema de evacuación y pesaje que garantice una solución óptima y adecuada en el proceso.

Diseñar las componentes mecánicas del nuevo sistema, partiendo de la alternativa más adecuada con el fin de garantizar las exigencias de la empresa.

Seleccionar el sistema de pesaje y sus componentes electrónicas más adecuadas, que logren una homogeneidad en el peso de los paquetes armados.

Realizar una simulación computacional por elementos finitos de las componentes del sistema con el fin de confrontar los cálculos realizados durante el desarrollo de la propuesta.

Desarrollar los planos de fabricación y montaje que sirvan como soporte en las actividades futuras de mantenimiento. (Viancha, 2016)

Antecedente 6. Como referencia del país se tomó en cuenta la tesis de investigación (Implementación de sistemas de gestión de información del ciclo de vida de producto basado en el desarrollo de un molde de inyección.) Universidad Nacional de Colombia.

Su objetivo general: Diseñar y proponer un modelo colaborativo basado en la gestión del ciclo de vida de producto (PLM) para el desarrollo de moldes de inyección, apoyado en la capacidad tecnológica instalada. Tienen sus objetivos generales de la siguiente manera:

Establecer los aspectos determinantes del modelo DIPP (Diseño integrado de producto y proceso) para el desarrollo de moldes de inyección.

Explorar y delinear rasgos básicos del sistema de gestión PLM (Product LifeCycle Management) que integre los procesos de diseño, fabricación y calidad para el desarrollo de moldes de inyección.

Desarrollar un molde de inyección bajo un entorno experimental. (Cifuentes, A. 2020)

Antecedente 7. Tiene como finalidad conocer si existe alguna relación entre el proceso de metalmecánica y el desarrollo de afecciones oculares de los colaboradores CEPEDA CIA LTDA. (El proceso de metalmecánica y su incidencia en el desarrollo de afecciones oculares en el personal de área de producción de Cepeda Cia. Ltda.) Universidad técnica de Ambato. Su objetivo específico: Establecer la incidencia del proceso de metalmecánica en el desarrollo de afecciones oculares del personal de

producción de Cepeda Cía. Ltda. Ecuador. Para el desarrollo en el proceso de metalmecánica y su incidencia para el área de producción destacaron los siguientes objetivos específicos

Analizar las actividades manufactureras del proceso de metalmecánica en la empresa.

Distinguir las afecciones oculares existentes en el área de producción de Cepeda Cía. Ltda. y precisar su incidencia en los trabajadores.

Proponer una alternativa de solución factible al problema. (Toro y Castillo, 2014)

Antecedente 8. Para la empresa GSR, para la ayuda de la implementación de un nuevo rediseño en planta y puesto de trabajo toma el valor de la siguiente tesis donde se analiza la propuesta de distribución de planta (propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate-lima). Universidad san Ignacio de Loyola Perú. Esta propuesta toma los siguientes objetivos Específicos.

Determinar si una correcta distribución de planta tiene una mejora en la capacidad de producción y seguridad del trabajador en la empresa Grupo Telepartes. Identificar el área con “cuello de botella” que está generando demoras en la fabricación de los productos estudiados en el trabajo de investigación, analizando de una manera crítica todos los componentes que no agregan valor al negocio.

Organizar las áreas para reducir los accidentes y mejorar los procesos de producción. Evaluar nuevos métodos de trabajo para optimizar espacios, mejorar la comodidad de los operarios como también la seguridad en cada una de las áreas. (Rojas y Ospina. 2016)

Antecedente 9. Para la empresa siderúrgica GSR su solicitud es un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación. De manera de encontrar bases se tomó como referencia la tesis de pregrado (Diseño y mejoramiento de la distribución en planta de la empresa de Metalmecánica Soldimontajesdías. Ltda. Ubicada en Paipa, Boyacá) Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, teniendo como objetivos generales y específicos:

Diseñar una propuesta de distribución en planta (LAYOUT) de las actuales áreas de producción de la empresa SOLDIMONTAJESDÍAZ.LTDA, que permita la optimización del espacio, la adecuada organización de los procesos industriales, y el buen funcionamiento de las instalaciones, con el fin de mejorar su capacidad de producción, fortaleciendo productiva y competitivamente la respuesta a los requerimientos del actual y futuro sector siderúrgico nacional.

Optimizar el espacio en las áreas de producción, organizando y delimitando zonas de trabajo, que permitan desarrollar los proyectos de manera eficiente, sin comprometer el espacio de los demás procesos, proyectos o elementos, mejorando la producción, eliminando interrupciones, tiempos innecesarios y permitiendo tener un control adecuado de la capacidad de producción.

Mejorar las condiciones locativas de las áreas necesarias para la producción, de manera que faciliten al empleado el desarrollo de su trabajo, evitando exponerlo entornos y condiciones de trabajo inadecuados, ayudando a que sea más efectivo y aumente su producción, mejorando la producción general y adquiriendo una ventaja adicional para las auditorias de proyectos, pues mejorara temas relacionados con seguridad industrial.

Establecer zonas y áreas de almacenaje de materias primas y herramientas, que permitan su adecuado almacenamiento, organización y categorización por elemento, evitando la ocupación de espacios innecesarios, haciendo más rápida su identificación y búsqueda, aumentando la productividad de la planta.

Elaborar una propuesta detallada de las instalaciones y distribución final de la planta (layout) que permita, a través de un diseño de modelado 3D o Render, evidenciar los cambios y las mejoras planteadas, en cuanto a optimización y organización de los espacios, mejoramiento de condiciones locativas, condiciones de trabajo y sistemas de almacenaje, garantizando el buen funcionamiento de las instalaciones, permitiendo dar solución a los problemas mencionados. (Martínez, 2017)

Antecedente 10. De manera de encontrar bases se tomó como referencia la tesis de pregrado (Estudio de la productividad en la metalmecánica San Bartolo) Escuela Politécnica Nacional Quito. (Gonzales y Salazar, 2006)

Antecedente 11. Para la empresa siderúrgica GSR su solicitud es un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación. De manera de encontrar bases se tomó como referencia el artículo de investigación (Estrategia e intervención estatal en la siderúrgica colombiana: consideraciones desde el institucionalismo). (Barreto, 2011)

Antecedente 12. Como referencia este documento ya que se puede ver los estudios realizados y donde se evidencia la competitividad en el sector siderúrgico en base de la empresa GSR. (Competitividad en el Sector Siderúrgico en el departamento de Boyacá) Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. (Suarez, 2014)

Antecedente 13. Como referencia este documento ya que se puede ver los estudios realizados y donde se evidencia la competitividad en el sector siderúrgico en base de la empresa GSR. (La competitividad de los sectores metalúrgico y siderúrgico en Colombia: un estudio de su dinámica en contexto) universidad cooperativa de Colombia. (Cuellar, Lesmes y Velásquez, 2018)

Antecedente 14. Para la empresa siderúrgica GSR su solicitud un rediseño para el proceso de desbaste en el área de laminación y un análisis de comercio. De manera de encontrar bases se tomó como referencia la tesis de pregrado (el papel del comercio exterior en la competitividad de la industria siderúrgica colombiana). Universidad Pontificia Bolivariana. Sus objetivos generales y específicos se desarrollan de la siguiente manera

Determinar cómo influyen el comercio exterior y los controles aplicados a las importaciones de acero en Colombia sobre la competitividad de la industria siderúrgica local.

Analizar la competitividad del sector siderúrgico colombiano teniendo en cuenta su capacidad productiva, nivel de desarrollo y participación en el mercado local e internacional.

Analizar la evolución de las exportaciones e importaciones de acero en Colombia y su relación con las características del mercado local.

Examinar las medidas regulatorias de comercio exterior aplicadas a las importaciones de acero en Colombia en los últimos años y su impacto sobre el mercado del acero y la industria siderúrgica local. (Mora, 2020)

Marco Teórico

Las teorías base de este proyecto se basa en las necesidades de poder realizar un rediseño del proceso de desbaste en el cual consiste en realizar estudios cuantitativos y cualitativos que ayudan en formalizar las bases de trabajo de grado, para este trabajo de grado se va requerir de documentos de distribución de planta para poder lograr obtener el diseño ideal en el proceso de desbaste de Grupo Siderúrgico Reyna, en el sistema de Pull se presentaran los resultados obtenidos de manufactura para ayudar a una empresa poder tomar decisiones frente a los cambios que se van a realizar en la empresa precisamente en proceso de desbaste, el objetivo es presentar una metodología que es utilizada en otros trenes de laminación, en el diseño de puesto de trabajo se analizaran las posibles causas que podría traer este cambio en el proceso de desbaste en el tren de laminación en la empresa grupo siderúrgico reina, analizando tres elementos principales, tareas del operario, obligaciones, y la producción previamente estudiada.

Ingeniería de métodos

Se refiere a la combinación de personas en la producción de productos o servicios. Las tareas incluyen determinar dónde una persona convertirá las MP en productos terminados o proporcionará servicios, y determinar qué tan eficientemente se realizarán las tareas asignadas. La ingeniería de métodos cubre el rol de una persona en cualquier parte de una organización, desde un gerente hasta el empleado más joven de la empresa. La importancia de la ingeniería sistemática radica en la ejecución efectiva del personal en cualquier tarea dada, a medida que aumentan los costos de contratación, capacitación y entrenamiento de una persona. (Palacios, 2016, P.12)

Ingeniería del proceso.

La ingeniería de métodos y procesos se debe conocer y aplicar los diseños correctos de los procesos de producción, teniendo en cuenta todas las variables que conforman las operaciones como puede ser materiales, maquinas, instalaciones, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente presente al momento de ser desarrollados al detalle, y finalmente implementar al proceso de la empresa. (Cuatrecasas,2017)

Estudio del trabajo

El mando de una empresa comúnmente recurre a personal altamente calificado con el fin de mejorar la producción y se pueden realizar el uso de herramientas de ingeniería tal como el estudio del trabajo, donde el estudio del trabajo es un examen donde es realizar actividades con el fin de todo lo que es utilizado por las maquinas sea más eficaz y que tenga menor rendimiento con respecto al proceso que ya existe. (Kanawaty, 1996).

Estandarización del trabajo

La estandarización del trabajo incluye llegar a acuerdos sobre: La estandarización de los procedimientos de trabajo es la forma de hacer algo que cada uno de los colaboradores de la empresa realicen actividades relacionadas con el proceso. Si todos hacen cosas diferentes, sería una manera compleja, Realiza mejoras para mejorar un proceso. (Delgado, Trujillo. 2013)

Diseño de puestos de trabajo

El diseño de tareas define las tareas que componen el trabajo de un individuo o un equipo. Un trabajo consta de múltiples tareas, una tarea se compone de múltiples elementos

y un elemento se compone de micro movimientos. (Carro y Gonzales, s.f)

Tabla 5

Parámetros Antropométricos Colombianos. (centímetros).

Nombre de variable	P5	P7,5	P9	P9,5
Masa corporal	69,1	76,8	83,0	87,9
Estatura	168,6	173,3	177,1	179,3
Alcance vertical maximo	213,1	219,8	225,3	229,4
Alcance vertical asimiento	198,3	204,4	209,7	213,2
Altura ojos [parado]	157,9	162,3	166,2	168,4
Altura sentado normal	85,9	88,2	90,3	91,8
Altura sentado erguido	88,6	90,7	92,7	94,1
Altura ojos [sentado]	78,4	80,5	82,6	83,6
Altura acromial [parado]	137,9	141,8	145,3	147,4
Altura cresta iliaca [parado]	100,7	104,0	106,8	108,6
Altura acromial [sentado]	58,8	60,7	62,4	63,3
Altura radial [parado]	106,5	109,6	112,4	114,3
Altura muñeca [parado]	81,4	84,0	86,5	88,0
Altura dedo medio [parado]	63,6	65,9	68,1	69,3
Altura radial [sentado]	23,8	25,4	26,8	27,8
Altura muslo [sentado]	15,0	15,7	16,6	17,1
Altura rodilla [sentado]	52,5	54,4	55,8	56,6
Altura fosa poplit, [sentado]	42,4	43,9	45,3	46,2
Anchura bicigomatica	14,0	14,4	14,8	15,1
Anchura tranvers, cabeza	15,5	15,8	16,2	16,5
Anchura biacromial	39,6	41,1	42,3	43,2
Anchura bideltaoidea	46,1	48,1	49,9	50,9
Anchura transversal torax	29,1	30,9	32,6	33,7
Anchura ant, post, torax	20,3	21,6	23,0	23,8
Anchura bicrestal	27,8	29,4	30,8	31,7
Anchura bitroncanterea	32,1	33,4	34,5	35,3
Anchura codo a codo	44,7	47,8	50,5	52,3
Anchura caderas	34,9	36,6	38,3	39,2
Anchura codo	6,8	7,0	7,3	7,4
Anchura muñeca	5,5	5,7	5,9	6,0
Anchura de la mano	8,4	8,7	8,9	9,1
Anchura de rodilla	9,7	10,1	10,4	10,7
Anchura de tobillo	7,4	7,6	7,9	8,0
Anchura del talon	6,8	7,1	7,4	7,6

Anchura del pie	9,9	10,3	10,6	10,9
Largura ant, post, cabeza	18,9	19,5	19,9	20,2
Larg, alcance lat, asimiento	76,9	79,3	81,5	82,9
Larg, alcance ant, asimiento	71,4	73,6	76,0	77,2
Largura de la mano	18,3	19,0	19,6	20,0
Largura palma de la mano	10,3	10,7	11,0	11,3
Largura nalga a fosa polplitea	46,8	48,5	50,0	50,9
Largura nalga a rodilla	57,0	58,7	60,3	61,3
Largura del pie	25,2	26,1	26,8	27,3
Largura planta del pie	20,3	21,0	21,6	22,0
Perímetro cefálico	55,5	56,6	57,8	58,5
Perímetro deltoideo	113,3	117,9	122,2	124,8
Perímetro mesoesternal	96,3	100,7	104,7	107,3
Perímetro abdominal (cintura)	84,2	91,2	96,1	99,2
Perímetro abdom, (umbilical)	87,7	94,4	100,0	100,8
Perímetro cadera	94,5	99,0	102,8	105,3
Perim, brazo flexión y tenso	31,1	32,9	34,4	35,6
Perim, brazo medio y relajado	29,6	31,3	33,0	34,2
Perímetro antebrazo	26,8	28,0	29,1	29,9
Perímetro muñeca	16,4	17,0	17,6	18,0
Perímetro metacarpial	20,3	21,1	21,7	22,1
Perímetro muslo superior	16,4	58,0	61,0	62,7
Perímetro muslo medio	20,3	54,7	57,1	59,3
Perímetro rodilla media	55,0	38,1	39,7	40,6
perímetro pierna media	52,0	37,7	39,2	40,2
Perímetro tobillo	21,9	22,8	23,7	24,2
Perímetro metatarsial	24,7	25,6	26,5	26,9
Pliegue cutáneo subescapular	19,4	25,9	32,7	37,1
Pliegue cutáneo ileocrestal	21,7	29,7	37,1	42,5
Pliegue cutáneo supraespinal	13,1	19,2	26,4	32,7
Pliegue cutáneo umbilical	27,6	37,8	46,8	51,2
Pliegue cutáneo tríceps	10,7	14,2	18,7	20,5
Pliegue cutáneo bíceps	5,0	6,7	9,2	11,3
Pliegue cutáneo muslo ant	12,9	19,1	32,8	45,0
Pliegue cutáneo pierna media	7,5	11,0	16,6	23,0
Índice de masa corporal	24,4	26,6	28,5	29,8
Sumatoria 6pliegues cutáneos	95,9	126,1	164,4	189,5
Relación perímetros cintura/ cadera	0,89	0,93	0,96	0,99

Nota: (Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana.1995)

Marco Conceptual

Planificación de planta que incluye la distribución óptima de todas las partes que intervienen en el proceso productivo, y la búsqueda de la economía de los recursos disponibles como el espacio y el tiempo. (Benavides y Quiroga, 2013) (P.15)

Estudio de tiempos:

Una forma de evaluar el rendimiento en una operación, de esta misma forma ofrece una serie o intervalos de tiempos estándar. Con base a esta información el objetivo es obtener un tiempo estándar eficiente, en el cual obtengamos que en el proceso se realice un tiempo mayor innecesario.

Análisis de procesos a partir gráficos o herramientas para el análisis de procesos

Ishikawa.

Herramienta para asemejar dificultades y representar gráficamente sus soluciones. Debido a su forma, este diagrama también se denomina diagrama causal, 6M o diagrama en espiga. (Rodríguez, 2020).

Diagrama de operaciones.

Esta figura muestra todas las operaciones, inspecciones, Retrasos tras la llegada de materiales y materiales para ser utilizados en el proceso de fabricación. (Coronado, Rodríguez, Sepúlveda y Bustamante 2018) (P. 14).

Diagramas del proceso.

La creación de gráficos es un instrumento que nos consiente en graficar el proceso de la empresa y observar toda la actividad, la relación entre ellos y la fuente de cualquier incompatibilidad, cuello de botella o posible ineficacia. (Valdés s.f.)

Diagrama de Pareto.

Técnica gráfica simple que se puede utilizar para seguir el principio de Pareto de frecuente a infrecuente. (Herramientas para la mejora de la calidad 2009)

Diagrama de Causa-Efecto.

Un diagrama de causa y efecto bien organizado puede ayudar al equipo a llegar a un consenso Todos los elementos y relaciones de un problema complejo. Claramente visible en cualquier nivel de detalle requerido. (Romero y Camacho 2010. p.128).

Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos y movimientos es seguro. El tiempo estándar para cada operación que compone cualquier proceso, por lo que Analizar las acciones realizadas por el operador Realice las operaciones anteriores. (Tejada, Soler y Pérez. 2017. p.3)

Diseño de puestos de trabajo.

La distribución de la empresa determina la estructura de sus cargos, es decir, el número, distribución, nivel profesional y Su estructura jerárquica, relaciones y dependencias también se ven afectadas por las estrategias comerciales y el análisis del flujo de trabajo. En cierto sentido, todas las tareas de la organización recibirán trabajo. Como entrada, le agrega valor y luego se lo pasa a otro trabajador. Sí lo es La organización es una burocracia y girará en torno a Trabajar, por lo que el trabajo será muy profesional. (Gómez, Balkin y Cardy, 2000).

Seis sigmas.

Método de gestión para la calidad combinar el propósito de las herramientas estadísticas es optimizar el rendimiento del proceso. A través de la decisión correcta para

lograr La organización comprende sus necesidades cliente. (Herrera y Fontalvo, s.f)

Marco Geográfico

Figura 3

Ubicación geográfica de planta GSR



Nota: (Google mapas, 2021)

La ciudad de Sogamoso se encuentra en el departamento de Boyacá, población de 114.486, a una altitud de 2.579 metros sobre el nivel del mar.

La empresa GSR Grupo Siderúrgico Reina se ubica en la zona industrial de la ciudad de Sogamoso, Boyacá; comprende con un área de 1394 m². Alrededor de su ubicación se encuentra otras empresas reconocidas a nivel nacional como es Fundiherrajes en la fabricación de herrajes y estructuras metálicas, GECOLSA, INGEMOL empresa enfocada al desarrollo e implementación de métodos para la inspección de la contaminación del medio ambiente.

Marco Legal

El decreto 1072 y la resolución 0312 lineamientos y parámetros en los cuales rigen la empresa, lo cual se habla de la prevención de accidentes y prevención de enfermedades laborales.

Resolución 2646 la cual se basa la empresa en la normatividad de izaje de cargas en el cual se ve involucrado el proceso de desbaste del tren de laminación.

NTC ISO 9001 Sistema de gestión de calidad. Norma colombiana elaborada y difundida por ICONTEC. De esta forma garantizar calidad a sus clientes.

NTC 2289 2015 Norma que resguarda las barras corrugadas de acero para refuerzo de concreto. Es adecuado para aplicaciones que requieren participaciones mecánicas y composiciones químicas restrictiva para hacerlo compatible.

NTC 3353 Norma que resguarda las barras corrugadas de acero para refuerzo de concreto. Es adecuado para aplicaciones que requieren participaciones mecánicas y composiciones químicas restrictiva para hacerlo compatible.

Diseño Metodológico

Tipo de investigación:

Investigación tipo mixta al tener en cuenta datos cualitativos y cuantitativos; con enfoques descriptivo- exploratorio- aplicado; descriptivo y exploratorio, ya que usaran métodos de recolección de investigación primaria para observar el estado de la unidad de análisis y aplicado ya que el diseño resultante será susceptible de ser implementado en Siderúrgica GSR.

Método de investigación:

Para método de investigación en el análisis para la mejora de este proyecto de grado se usa un método inductivo ya que se usarán técnicas de recopilación de información por medio de una encuesta aplicada al operario en el proceso de desbaste en área de laminación de la organización Grupo Siderúrgico Reina. Además de esta información y los datos recolectados se hará una observación directa al proceso.

Variables de Medición

Fase 1.

Flujo del proceso.

Demoras.

Tiempos.

Capacidades.

Fase 2.

Paradas en el nuevo proceso.

Mala distribución del nuevo proceso.

Aumento de capacidades.

Fase 3.

Espacios.

Tiempos.

Flujo del proceso.

Fase 4.

Tiempos.

Capacidades

Espacios.

Ambiente del trabajo.

Medidas puesto de trabajo.

Recolección y Análisis de Datos***Fase 1.***

Recolectar información primaria.

Fase 2.

Analizar requerimientos a partir de la información recolectada en la fase 1.

Fase 3.

Aplicar información para determinar el diseño de distribución de planta.

Fase 4.

Aplicar información para determinar puesto de trabajo.

Unidad de Estudio o Muestra

El mecanismo del estudio del proyecto es el proceso de desbaste en la caja dos y cuatro en el puesto de trabajo de laminación en la organización siderúrgica Reyna GSR.

Fases y Actividades Metodológicas***Fase 1.***

Diseñar ficha diagnóstica de caracterización de procesos.

Aplicar ficha diagnóstica.

Caracterizar procesos.

Fase 2.

Diseñar ficha de requerimientos y progresos requeridos en el proceso de desbaste.

Considerar ficha de requerimientos

Fase 3.

Diseñar planos de nueva distribución.

Analizar nueva distribución.

Fase 4.

Diseñar planos nuevos al proceso de laminación.

Analizar planos al nuevo proceso.

Caracterización del proceso de laminación.

Diseñar nuevos puestos de trabajo en el proceso de desbaste.

Diagnóstico y Caracterización de Procesos

Análisis y Tabulación de Instrumentos

Como análisis de recolección de información para nuestra propuesta de ante proyecto se analizaron varios puntos de vista en un análisis de variables dependientes tales como el hombre donde se destacan variables independientes de si se están formando con capacitaciones y espacio en el área de maquinaria para su debida manipulación. Con el objetivo de recolección de información de número de capacitaciones recibidas y cuales han sido estas dichas capacitaciones, se identifican de esta forma el área de operación.

Variable Maquina su análisis da como diagnósticos a las siguientes variables independientes: métodos de refrigeración, torsión de barras, sistemas de torsión, desgastes y sistemas de reducción. Los puntos de análisis esperados en cada una de las variables están en los estudios de características de cajas verticales y horizontales, números de torsiones por barra, número torsiones producidas por jornada, número desgaste producidos por jornada y aquella diferencia entre reducción de cambios de perfiles durante la jornada de trabajo.

Variable de entorno se presenta en caso de nuestra investigación dos variables independientes: modificaciones y control del proceso. Estas con el fin de analizar la caracterización de las cajas y su rendimiento del proceso suspendiendo las torsiones mecánicas.

Variable de material como variable independiente está el desperdicio de material, con el fin de analizar la cantidad de desperdicios de chatarra que existen es este momento con la instalación de planta que la empresa presenta.

Variable de método sus variables independientes son la optimización y energía, recolección de información sobre el análisis de este momento en área de desbaste donde se realiza la torsión que no es la ideal y de esta forma buscar reducir gastos.

Tabla 6

Variables directas e indirectas

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES
Hombre	Capacitación
	Espacio para manipulación
Maquina	Métodos de refrigeración
	Torsión de barras
	Sistema de torsión
	Desgastes
	Sistema de reducción
Entorno	Modificaciones
	Control del proceso
Material	Desperdicio de material
Método	Optimización
	Energía

Fuente: Elaboración propia

A partir de las variables anteriores se diseñó una encuesta para recopilación de un informe, donde se aplicaron 17 preguntas con relación al área de desbaste; fue aplicada al personal de turno en la mañana, este turno está compuesto por siete trabajadores que son

los responsables del proceso de desbaste en el área de laminación, fue aplicada tanto a operarios como jefes de área.

Encuesta aplicada

La encuesta se realizó el día 14/abril/2021, en las instalaciones administrativas de la organización. Donde nos reunimos con el señor Jorge Cárdenas jefe de operaciones del área de desbaste; se realizó una breve introducción con respecto a las encuestas donde él les comunicó al personal dentro del área de trabajo y permitió que cada operario viniera a realizar la encuesta.

La encuesta está establecida para reconocer los conocimientos de cada uno de los operarios sobre el área de desbaste y recopilar datos para evaluar si es congruente el cambio de las cajas 2 y 4.

Está compuesta por 17 preguntas, esta encuesta fue contestada por 7 trabajadores de la empresa, entre ellos operarios, coordinador y jefe del área de desbastes.

Análisis de los resultados.

Dentro de la observación de la encuesta realizada a los trabajadores en el área de desbaste en el tren de laminación, se puede observar que los trabajadores se le realizan capacitaciones constantes. Dichas capacitaciones son: Capacitación en laminación, capacitación en programación de PLC y capacitaciones en seguridad industrial.

Se evidencia en la pregunta número dos ¿Cree usted que con el remplazo de los giradores de barra por las cajas verticales tendrá beneficios para la producción en el área de laminación? para esta pregunta se busca el conocimiento y datos de producción que tiene el trabajador sobre el proceso de desbaste y la funcionalidad de cada una de las

máquinas que la complementan, así mismo en un pregunta relacionada a la chatarra producida en el proceso de desbaste se genera otra inquietud con respecto a si es eficiente el cambio de las cajas dos y cuatro. Está relacionada en la pregunta número seis que dice ¿Cree que las chatarras se podrían evitar con el sistema de cajas verticales? De la misma manera que la pregunta numero dos los datos recolectados son óptimos, debido a que todos los trabajadores respondieron en forma favorable de la propuesta del cambio de las cajas de desbaste horizontales a verticales esto genere una amplia reducción de producción de chatarra; comentario que fue dado por el jefe de operaciones y supervisor de turno.

Tabla 7

Tabulación y análisis de resultados de la encuesta.

	¿Cree usted que con el reemplazo de los giradores de barra por las cajas verticales tendrá beneficios para la producción en el área de laminación?		¿Cambiaría la reducción de área cambiando las cajas 2 y 4?	
	si	No	cambia	no cambia
trabajadores				
Jorge Cárdenas	x			x
Urpiano Cardozo	x			x
Luis Sierra	x			x
Edwin Quiroz	x		x	
Benjamín Valencia	x			x
Gustavo Alarcón	x		x	
Ángela Gómez	x			x
	100%	-	28,57%	71,43%

Fuente: Elaboración propia

En la recolección de la investigación que se ve explícita en la tabla 7. Observamos que para un total del 100% donde fueron encuestados siete trabajadores del turno de la mañana en el proceso de desbaste en el área de laminación, para sus bases de conocimiento optan por un beneficio que traería la implementación de la caja vertical. Debido a que el proceso que se encuentra en este momento con los giradores de barra tiene un tiempo de proceso en que la cabeza de la palanquilla sale desde la caja uno pasando por el girador de barras y entrando a la caja de desbaste horizontal número 2 con un tiempo de 22.36 s. y con un tiempo total desde que pasa la cabeza de la palanquilla por la caja de desbaste número 1 hasta la caja de desbaste número 7 de 81.38 s. y con este cambio de las cajas verticales se buscaría ahorrar un tiempo en segundos y de esta manera el proceso continúa siendo lineal y con una producción continua. Pero a diferencia en la pregunta si la reducción cambiaría las respuestas por algunos trabajadores fue de que no cambia; al preguntar directamente con el jefe de operaciones aseguro que estos empleados llevan con la organización menos de cinco meses. Según los parámetros por el proveedor las medias están fijadas en los procesos actuales al momento de realizar la instalación de las cajas verticales o realizar algún acercamiento de estas no presentaría ningún tipo de alteración en el área.

Tabla 8*Tabulación y análisis de resultados de la encuesta.*

	¿Cuántos grados de torsión necesitan una barra para que ingrese al siguiente paso con caja horizontal?		¿Si se suspendiera el sistema de torsión mecánico, el desgaste del cilindro disminuiría?	
	25° a 35°	más de 35°	si	no
trabajadores				
Jorge Cárdenas	x		x	
Urpiano Cardozo	x			x
Luis Sierra		x	x	
Edwin Quiroz	x		x	
Benjamín Valencia	x			x
Gustavo Alarcón	x		x	
Ángela Gómez		x	x	
Porcentaje	71,43%	28,57%	71,43%	28,57%

Fuente: Elaboración propia

En la pregunta de cuantos grados de torsión se necesitan para que ingrese al siguiente paso con caja horizontal se pregunta a los trabajadores encargados de este proceso de desbaste cuantos grados de torsión serían necesarios para que esta barra continúe en el proceso, se espera que la respuesta sea dentro del promedio de 25 a 35 grados pues estos valores son descritos como requerimiento en el proceso; esta información fue dada por el jefe de operaciones. Los operarios dan como respuesta un promedio de torsión de 25 a 35 grados, según los datos que manejan en la empresa se evidencia que el desgaste de los cilindros aumenta dependiendo del calibre que se está produciendo en el momento esto es debido a que en el proceso existen cambios de

calibre, la empresa ofrece distintos calibres para el producto final, igualmente analizando los parámetros del fabricante de cajas verticales estos disminuye ya que no sería necesario estos giradores de barra y no sería necesario los grados de torsión de la palanquilla como se ha mencionado. Las cajas verticales aumentarían la producción, disminuye los tiempos y aumenta la calidad de la palanquilla.

Tabla 9

Tabulación y análisis de resultados de la encuesta.

	¿Cree que se reduciría el desgaste de los rodamientos en las cajas 2 y 4?		¿Se produciría menor o mayor cantidad de laminilla cambiando las cajas 2 y 4?		¿Cree usted que el sistema de refrigeración es más óptimo en una caja horizontal que una vertical?	
	si	no	menor	mayor	si	no
Trabajadores						
Jorge Cárdenas	x		x		x	
Urpiano Cardozo		x		x		x
Luis Sierra	x		x		x	
Edwin Quiroz	x		x		x	
Benjamín Valencia		x	x		x	
Gustavo Alarcón	x		x		x	
Ángela Gómez	x		x			x
Porcentaje	71,43%	28,57%	85,72%	14,28%	71,43%	28,57%

Fuente: Elaboración propia

El desgaste de los rodamientos se ven afectados según los calibres que se está produciendo en el momento, igualmente en la pregunta de producción de laminilla reduciría significativamente ya que se estaría eliminando el proceso de girador de barras,

esta conclusión se llegó a que con la ayuda del jefe de operaciones descara que con uso de las cajas verticales la calidad del producto aumenta y la producción sigue siendo continua y más eficaz pues se está ahorrando el tiempo que la palanquilla hace la rotación para el desbaste de sus lados y disminución de laminilla, y observando las respuestas de los operarios nos manifiestan que el sistema de refrigeración es más óptimo en las cajas verticales. Cada caja vertical contiene un sistema de refrigeración al momento de que cruza la palanquilla estos sistemas tienen un mantenimiento más sencillo para realizarlos.

En la encuesta se obtiene como resultados que aumenta la velocidad en el proceso, debido a que ya no existiría la rotación a la palanquilla. Con este dato positivo hace que la producción aumente y disminuye los gastos de energía en la empresa. Los tiempos de torsión que existen en el momento desaparecen con el cambio de cajas, estos tiempos varían entre 30 minutos hasta una hora como máximo, se hablan que desaparecen porque con el cambio de la caja vertical ya no es necesario que se realice la torsión, generando el aumento de producción, reducción de tiempos y ganancias monetarias.

Caracterización de procesos

Dentro del proceso del tren de laminación en la siderúrgica GSR. Demostrado anteriormente en la Figura 9; inicia con un calentamiento de la palanquilla, este procedimiento se realiza en el horno. Este horno contiene una temperatura de 1100°C y en la salida de 1250°C que somete a la palanquilla a una alta temperatura para lograr que esta esté al rojo vivo. Las palanquillas son empujadas una a otra por un sistema de empuje que está en la boca de entrada del horno.

En la salida del horno la palanquilla inicia el proceso de desbaste que es empujada por rodillos iniciando en la caja uno, continuando al siguiente procedimiento que es el girador de barras que prepara a la palanquilla para ser desbastada por los otros lados, en este procedimiento existe producción de laminilla o chatarra y genera un tiempo de espera en segundos de 13.2 s .Este proceso se vuelve a realizar en la caja cuatro. Se empieza a realizar el desbaste de la palanquilla y así mismo continúa por cada una hasta la caja número siete logrando su desbaste dependiendo del calibre que se esté operando para el producto. Cada caja en el área de desbaste se encuentra separada por una distancia de 100 cm pero la distancia que se encuentra entre la caja uno y dos existe un espacio de 275 cm distancia que está determinada por el girador de barra lo mismo ocurre ente la caja tres y cuatro. En este punto es posible lograr un acercamiento igualitario entre las cajas sobre todo al momento de realizar la instalación de las cajas verticales. Seguido de la caja 7 inicia otro de los procesos que se efectúa el despunte de cabeza de la palanquilla y cola de la palanquilla, pues esta trae defectos que en las cajas de desbaste no se puede enderezar este flujo de proceso lo podemos visualizar en el anexo 3.

Continúa en el tren de terminado, que este se encarga de lograr hacer el diámetro establecido para el producto que se va a elaborar y siguiente a ellos se realiza el proceso de termo tratado.

El producto pasa a la cizalla número dos, donde se corta y va siendo almacenado en la mesa de enfriamiento; para los análisis de calidad se recolectan cortos de pequeños pedazos de producto que van a hacer evaluados, así mismo cumpliendo con los requerimientos.

Luego pasa a la cizalla número tres donde esta da lugar al corte que se requiere del producto en longitud deseada.

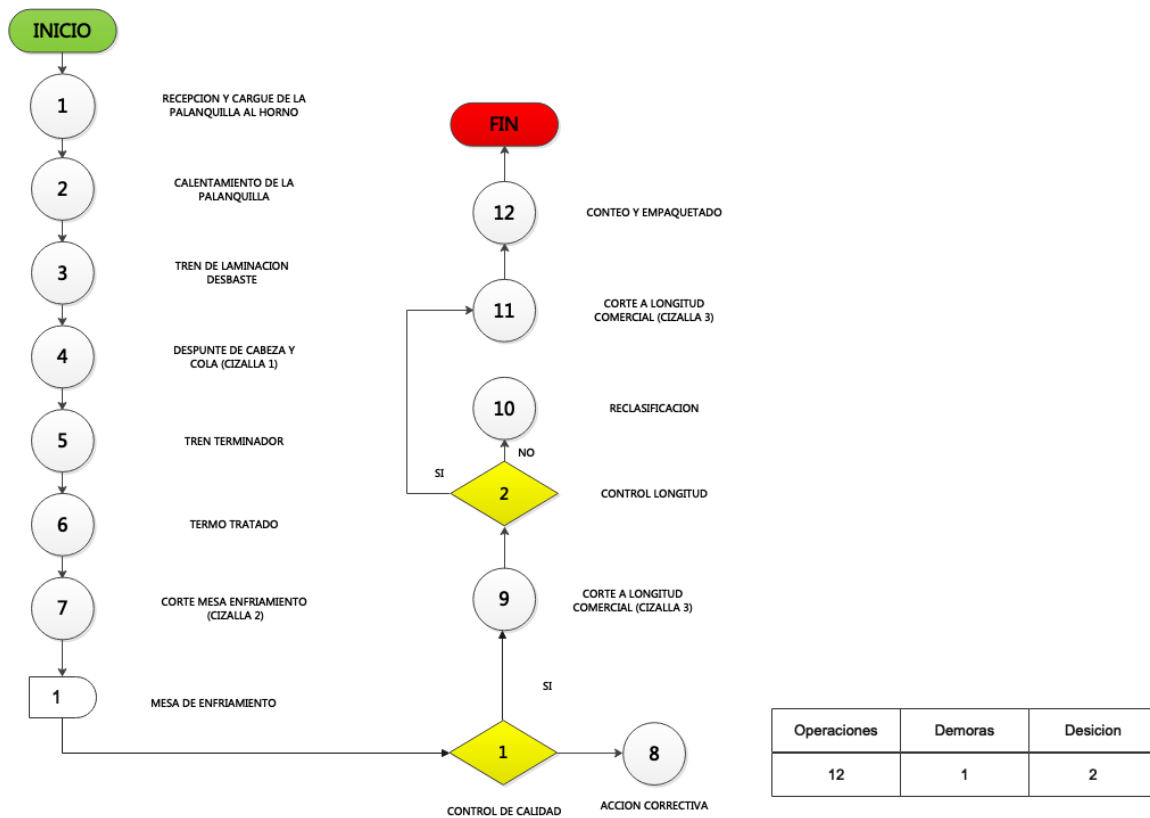
Después de ser cortados en la cizalla número tres pasa a una evaluación de inspección en las longitudes del producto para que se cumplan los requerimientos del producto que se está produciendo.

En el paso final se acoplan una cantidad del producto donde se etiqueta y se lleva al almacén donde luego van a hacer llevadas al cliente.

Figura 4

Diagrama de flujo total del proceso de laminación de la empresa Grupo

Siderúrgico Reina.



Fuente: Elaboración propia

Proceso Calentamiento de Palanquilla

En la tabla 10. Se establece ficha técnica del proceso de calentamiento de palanquilla de la empresa Grupo Siderúrgico Reina, el objetivo del proceso es realizar el calentamiento previo a la palanquilla donde se maneja temperaturas dentro del horno de 1100 a 1250 °C para la que la palanquilla se encuentre en su temperatura idónea para

realizar el proceso de desbaste. El alcance está dado por el inicio de ingreso en la boca del horno a cada una de las palanquillas sometidas a la temperatura requerida de 1100 a 1250 °C. Con la información de entrada describiendo sus actividades con el factor de PHVA con sus respectivos requerimientos solicitados en el proceso de trabajo. Aparece como principales responsables en esta ficha diagnostica del proceso de calentamiento de palanquilla de la empresa Grupo Siderúrgica Reina el operario de cabina principal y supervisor. Estas personas se encargan de la validación de la información que se debe de cumplir en la ficha para así lograr concretar la salida al siguiente proceso.

Tabla 10

Ficha diagnostica del Proceso de Calentamiento de Palanquilla en la empresa

Grupo Siderúrgico Reina.

Nombre del proceso	Calentamiento de palanquilla		Responsable	- Operario Cabina principal. - Supervisor de turno.
Objetivo del proceso	Calentamiento de palanquilla a temperatura ideal para iniciar el proceso			
Alcance	Este proceso inicia desde la entrada de la palanquilla al horno y termina en la salida del horno para iniciar el proceso de desbaste.			
ENTRADA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	SALIDA	
Recepción y cargue de palanquilla al horno	P	* Revisión y testeo en el área de trabajo * Revisión de combustible en el horno	Operario de cabina principal	Tren de laminación AREA: Desbaste
	H	Revisión de la temperatura del horno	Operario de cabina	
	V	Verificar es estado de la palanquilla	Operario de cabina principal Supervisor de turno	

	A	Temperatura ideal para la paraquilla durante el proceso	Operario de cabina principal	
--	---	---	------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Proceso de desbaste

Ficha técnica representada en la tabla 11. Corresponde al proceso de desbaste, siendo este proceso el más importante del tren de laminación ya que es donde se desbasta la palanquilla para el calibre deseado, este proceso Inicia desde la caja de desbaste número 1 donde ingresa la palanquilla seguidamente esta barra reduce su velocidad para poder pasar por un girador de barras girando está a unos 30 grados, al ingresar a la caja de desbaste número 2, continuando el proceso de desbaste la palanquilla vuelve a tener un giro al salir de la caja de desbaste número 3 para ser desbastada por todas sus caras; este es efectuado con los responsables del proceso quienes son el jefe de operaciones, supervisor y operario de cabina principal.

El PHVA donde se especifican las actividades realizadas en el proceso de desbaste, donde se menciona actividad y responsable; de la actividad:

P taller de guías y supervisor de turno.

H supervisor de turno y jefe de operaciones.

V taller de guías y supervisor de turno.

A supervisor de turno.

Tabla 11

*Ficha diagnostica del Proceso de Desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico**Reina.*

Nombre del proceso	Tren de laminación Desbaste		Responsable	- Jefe de Operaciones - Operario cabina Principal - Supervisor de turno
Objetivo del proceso	Desbaste de palanquilla, para lograr el calibre optimo en los requerimientos previos.			
Alcance	Este proceso es donde se desbasta la palanquilla para establecer el diámetro ideal del producto requerido.			
ENTRADA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	SALIDA	
Calentamiento de palanquilla	P	* Planificación, verificación y chequeo en las cajas en el proceso de desbaste. * Revisión de requerimiento.	Taller de guías Supervisor de turno	Despunte de cabeza y cola
	H	Cambio de guiados	Supervisor de turno. Jefe de operaciones.	
	V	* Calibración de guiados. * Alineación de guiado y calibración	Taller de guías. Supervisor de turno	
	A	* Energización de cajas para poner en marcha	Supervisor de turno	

Fuente: Elaboración propia

Proceso de despunte de cabeza y cola de Palanquilla

En la ficha técnica representada en la tabla 12. El proceso de despunte de cabeza y cola en la palanquilla, son cortadas debido a que al inicio y al final de la palanquilla se

abren y necesario cortarlas para que continúen que un proceso valido; un proceso corto donde se menciona las actividades, requerimientos y responsables de este proceso.

Tabla 12

Ficha técnica proceso de despunte de cabeza y cola de palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgica Reina.

Nombre del proceso	Despunte de cabeza y cola		Responsable	- Operario de cabina principal - Mecánico de turno - Operador laminación
Objetivo del proceso	Cortar el inicio de la palanquilla y el final.			
Alcance	Cortes de extremos de la palanquilla para poder continuar con el proceso.			
ENTRADA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	SALIDA	
Tren de laminación Desbaste	P	* Verificar estado actual de las cuchillas * Verificación de estado de maquina	Taller de guías Mecánico de turno	Tren de laminación
	H	Realizar requerimiento de próximo mantenimiento	Supervisor de turno.	
	V	Verificar estado de rodamientos * Verificación de mantenimiento previo	Mecánico de turno	
	A	Poner en marcha	Operario de cabina	

Fuente: Elaboración propia

Análisis de requerimientos de distribución de planta y diseño del proceso de desbaste.

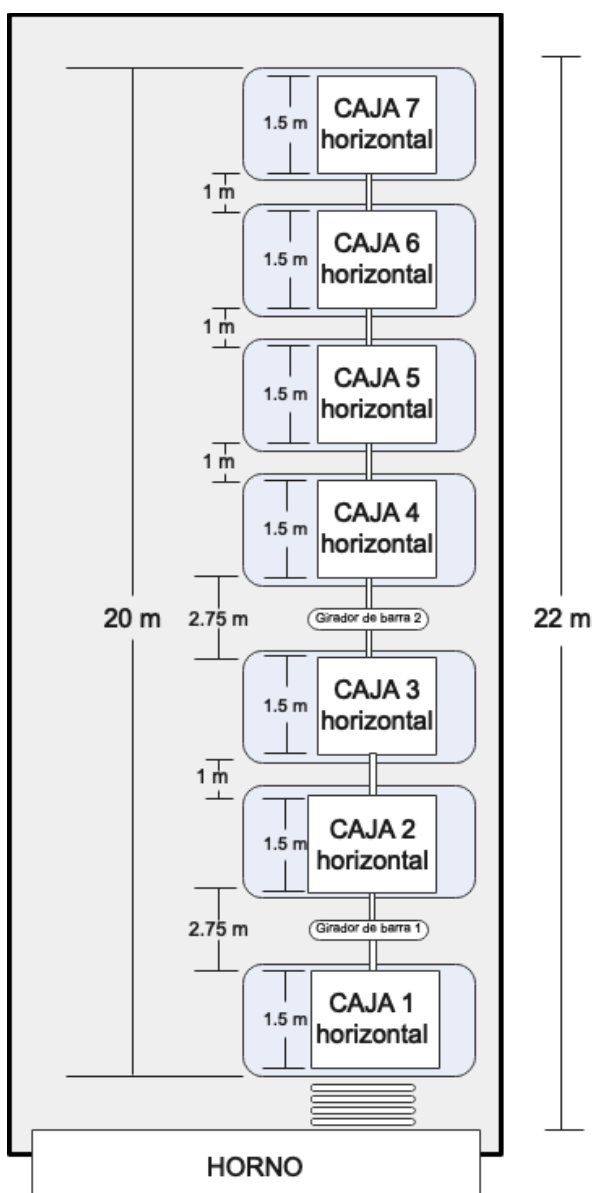
La distribución de planta actual es lineal, se comporta como un proceso de 24/7 en ningún momento se para la producción de esta forma ayuda a conservar el espacio en planta que podrá ser utilizado para algún otro requerimiento, la palanquilla sale a una temperatura promedio de 1200 °C y se facilita el desbaste pasando por las cajas de desbaste. En los planos originales de distribución de planta se ven establecida las cajas verticales, pero no aparece ningún girador de barra. Este proceso de girador de barra no es indispensable, pero es un proceso que se realizó de manera improvisada, el jefe de operaciones que estaba en la anterior planta, asegurando que el diseño de planta que estaba implementado en la planta anterior y manifestó que los resultados eran positivos para implementarlos en la nueva planta. Para el nuevo diseño de planta se quiere establecer los requerimientos ofrecidos por el proveedor que es la existencia de las dos cajas verticales que le ofrecen a la compañía Grupo Siderúrgico Reina calidad, mayor producción y reducir demoras.

La instalación de la nueva planta ofrece la libertad de que el proceso se siga trabajando de manera lineal sin tener que llevar el producto a otras áreas, brinda un espacio adecuado para realizar una nueva distribución del proceso de desbaste en las instalaciones actuales.

A continuación, está el plano presente del proceso de desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.

Figura 5

Plano actual del proceso de desbaste.



Fuente: Elaboración propia a partir de Wondershare Edrawmax

Cursograma del proceso de desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico

Reina.

Cursograma actual del proceso de desbaste.

Actualmente para el proceso de desbaste se refleja en la figura x que contiene 9 operaciones con un tiempo total de proceso de 81.38 s. Se presenta una demora de 13.2s en los dos giradores de barras.

Figura 6

Crusograma del proceso de desbaste actual en la empresa Siderúrgico Reina.

Proceso de desbaste					
Diagrama Num: 1		Resumen			
Objeto: Rediseño del Proceso de Desbaste del Tren de Laminación en Grupo Siderúrgico Reina GSR.		Actividad	Actual	Propuesta	
Actividad: Proceso de desbaste		Operación	9		
Método: Actual		Transporte	0		
Lugar: Grupo Siderurgico Reina		Espera	0		
Operario (s): Jefe de operaciones		Inspección	0		
Fecha: 05/10/2021		Almacenamiento	0		
Ficha núm: 1		Distancia (m)	22		
Compuesto por: Johan Barreto y Fabian cardenas		Tiempo (min)	81,38		
Aprobado por: Jorge Cardenas		Total	81,38		
Descripción	Tiempo (seg)	Símbolo			Observaciones
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 1	9,16	●			
Girador de barras numero 1	13,2	●			Demora al proceso en el girador de barras numero
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 2	10,2	●			
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 3	9,16	●			
Girador de barras numero 2	13,2	●			Demora al proceso en el girador de barras numero
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 4	8,16	●			
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 5	7,3	●			
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 6	6,2	●			
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 7	4,8	●			
Total	81,38				

Cursograma propuesta del proceso de desbaste.

En el cursugrama de la propuesta 1 seleccionada figura x se representa la instalación de las cajas verticales ahorrando un tiempo de 31.12 s. y reduciendo a 7 operaciones.

Figura 7

Crusugrama propuesta del proceso de desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico

Reina.

Proceso de desbaste							
Diagrama Num: 1		Resumen					
Objeto: Rediseño del Proceso de Desbaste del Tren de Laminación en Grupo Siderúrgico Reina GSR.		Actividad	Actual	Propuesta			
		Operación	9	7			
Actividad: Proceso de desbaste		Transporte	0	0			
Método: Propuesta		Espera	0	0			
Lugar: Grupo Siderurgico Reina		Inspección	0	0			
Operario (s): Jefe de operaciones		Almacenamiento	0	0			
Fecha: 06/10/2021		Distancia (m)	22	22			
Aprobado por: Jorge Cardenas		Tiempo (min)	81,38	50,26			
Compuesto por: Johan Barreto y Fabian cardenas		Total	81,38	50,26			
Descripción	Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
		○	□	D	↶	▽	
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 1	9,16	●					
Entrada de palanquilla a caja vertical de desbaste numero 2	9,2	●					
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 3	8,4	●					
Entrada de palanquilla a caja vertical de desbaste numero 4	7,2	●					
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 5	6,3	●					
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 6	5,2	●					
Entrada de palanquilla a caja horizontal de desbaste numero 7	4,8	●					
Total	50,26						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13*Código de relación de proximidad.*

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Elaboración propia

Figura 8*Tabla relacional de actividades.*

(1) RECEPCIÓN Y CARGUE DE PALANQUILLA AL HORNO									
	U								
(2) DESPUNTE DE CABEZA Y COLA		U							
	A		U						
(3) TREN TERMINADOR			U		U				
	U			U		U			
(4) CORTE DE MESA ENFRIAMIENTO				A		A		U	
	U				U		U		A
(5) TERMOTRATADO					U		U		
	U					A		U	
(6) DESBASTE							A		
	U							U	
(7) MESA DE ENFRIAMIENTO									U
	U								
(8) CALENTAMIENTO DE PALANQUILLA									

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se obtiene evidenciar las cercanías de las estaciones como es el cargue de palanquilla y el calentamiento de palanquilla esto se debe a que la empresa

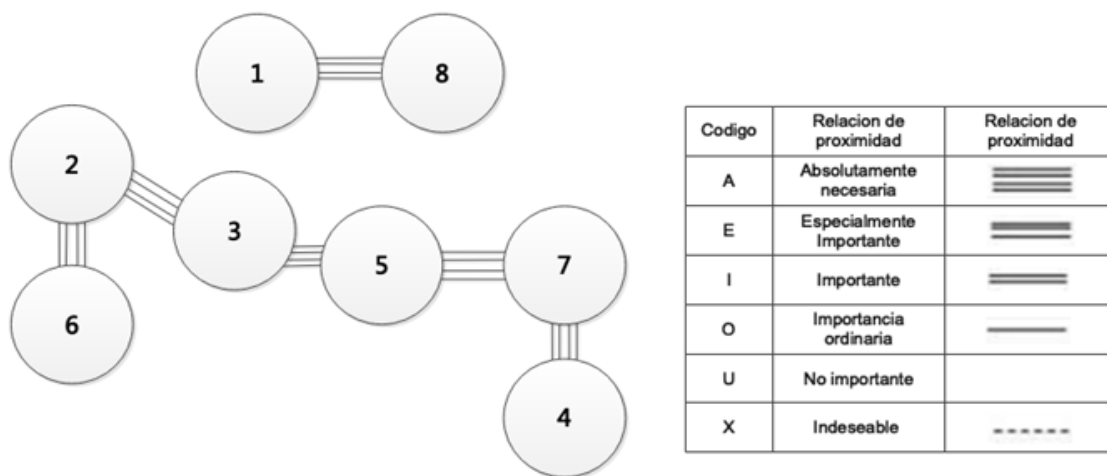
cuenta con estudios ya establecidos y planteados desde su montaje del proceso, luego de este proceso sigue el proceso de desbaste, el cual es continuo desde la salida del horno y el despunte de cabeza y cola de esta barra, todas estas estaciones se están en proceso continuo y lineal en un funcionamiento de 24 horas al día de los 7 días de la semana.

Diagrama de relaciones de las actividades en la empresa Grupo Siderurgico Reina.

Para las actividades demostradas en el diagram de relaciones de actividades en la empresa Grupo Siderurgica Reina estan enumeradas en la figura 9 tabla relacional de actividades.

Figura 9

Diagrama de relaciones de las actividades en la empresa Grupo Siderurgico Reina.



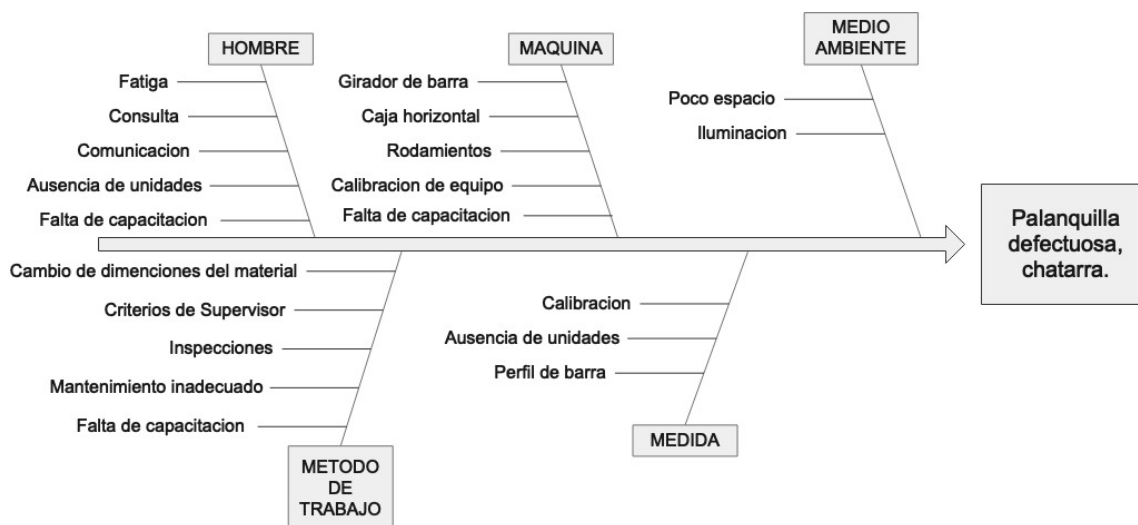
Fuente: Elaboración propia

Identificación de mejoras

Se desarrolla un esquema de Ishikawa para el análisis de roles de información que presenta las palanquillas defectuosas analizando la variable: Hombre, Maquina, Medio Ambiente, Método de trabajo y Medida.

Figura 10

Diagrama de Ishikawa problema Palanquilla Defectuosa.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Ishikawa problema Palanquilla Defectuosa

FACTOR	POSIBLE MEJORA
Maquina	Reemplazar las cajas dos y cuatro y retirar los rotores de palanquilla ya que producen demoras y causan deterioro en la palanquilla; por cajas verticales que mejorara la producción debido a que la palanquilla no se va a someter a

	algún procedimiento adicional, sino que pasaran directamente al desbaste.
Medio ambiente	Mejora en el espacio cuando se retire el girador de barras. Se logra ejecutar un mejor mantenimiento e iluminación
Método de trabajo	En el remplazo de las cajas dos y cuatro debido a que la implementación del diseño de planta actual se realizó de manera improvisada y de esta manera incluyeron los giradores de barra; estos giradores de barra producen falencia en la palanquilla y demoras. La calibración de las cajas para el perfil requerido en el proceso sea más rápido en el momento de ejecutar las tareas de inspección.
Medida	Es más fácil calibrar la caja vertical para el perfil de la barra que sea requerida.

Fuente: Elaboración propia

5 PORQUE

¿Por qué no está la distribución que viene por origen?

En el momento de la instalación la infraestructura era muy limitada en los espacios y en un proyecto anterior contaba con la misma distribución y mismo proceso, de esta manera para ellos era factible.

¿Por qué se crearon esos rotores?

Son los encargados de hacer el giro de la palanquilla para que se realice el proceso de desbaste para las cajas dos y cuatro.

¿Por qué son más eficientes las cajas verticales?

Porque en el momento de pasar la palanquilla de la caja uno a la dos seria innecesario el girador de barras, debido a que la función de estas cajas verticales desbasta de manera uniforme.

¿Por qué se produce la chatarra en el proceso actual?

En el momento del girador de barra de la palanquilla los rotores sufren daños y esto produce que la palanquilla sufra deterioro.

¿Por qué en el proceso actual existe un mayor tiempo en el proceso?

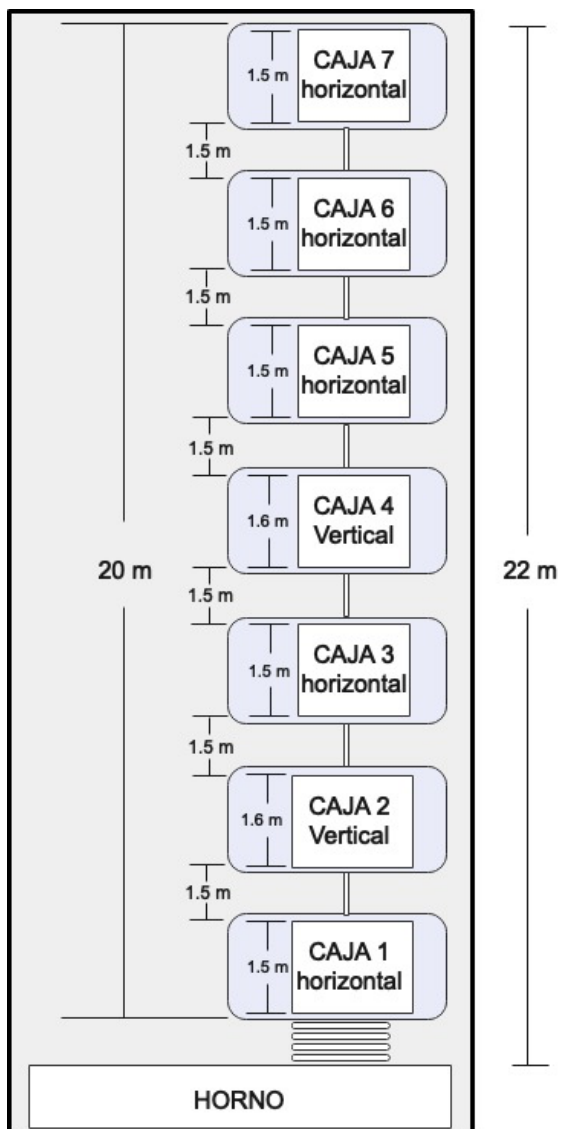
El girador de barra causa una demora al momento de girar la palanquilla para que pase a la siguiente caja de desbaste.

Se plantean dos opciones de mejora independientes al plano original que se está efectuando en este momento, estas dos opciones de mejora lo que buscan crecer los niveles de producción y comprimir los tiempos de producción.

La nueva distribución del proceso de desbaste.

Figura 11

Primer Plano propuesta del proceso de desbaste.



Fuente: Elaboración propia

Para el primer plano propuesto se han eliminado los giradores de barras y han sido remplazadas las cajas dos y cuatro horizontales por una verticales; la distribución de las

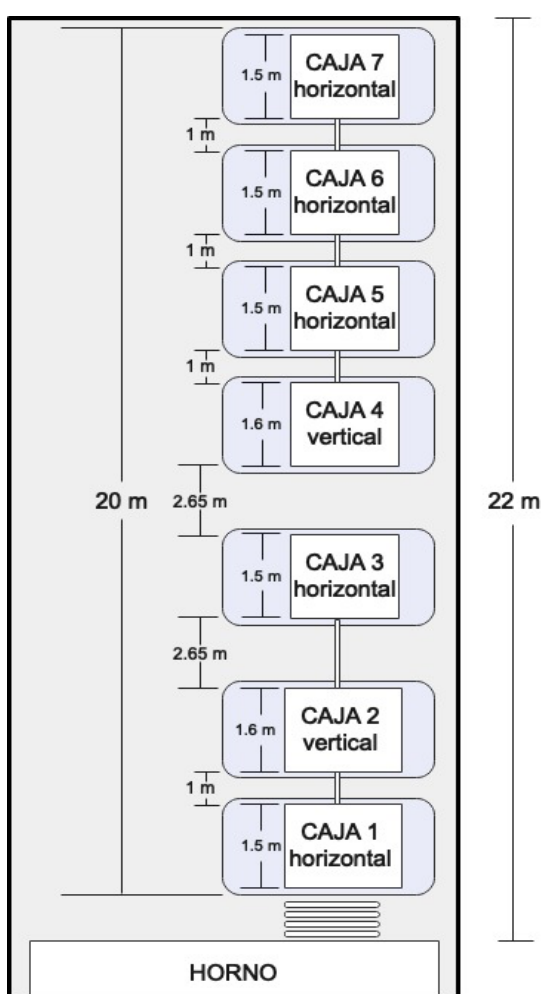
cajas está con una longitud de separación entre ellas con una misma medida de 1.5 m.

esta medida es una medida recomendada por el fabricante para el mantenimiento.

Disminuyendo los tiempos de producción.

Figura 12

Segundo plano propuesto del proceso de desbaste.



Fuente: Elaboración propia

El segundo plano propuesto de igual manera que el primer plano de eliminaron los giradores de barras y se montaron las dos cajas verticales, en este caso se deja un espacio de 2.65 m entre las cajas dos-tres y tres-cuatro; con el objetivo de los espacios para mantenimiento. Y las otras cajas con una distancia de 1m para que el proceso sea más rápido.

Tabla 15

Comparación de propuestas de distribución.

Primera propuesta		Segunda propuesta	
1,5 m	Se cambia las cajas horizontales por verticales; quitando los giradores de barras y recomendado por el fabricante	2,65m	Se cambia las cajas horizontales por verticales; quitando los giradores de barra
1,5 m	Distancia entre cajas	1 m	Distancia entre cajas
	Mayor espacio para mantenimiento		Poco espacio para mantenimiento
	Reduciría tiempo		Reduciría tiempo

Fuente: Elaboración propia

Se escoge el primer plano propuesto debido a que las cajas en el área de desbaste se van a encontrar con una mayor proximidad colocando las cajas verticales remplazando los giradores de barra reduciendo una unidad de tiempo 13.2 s. En el diseño actual el proceso de desbaste tiene un tiempo total de 81.38 s. destacando que el proceso de desbaste solo pertenece hasta la caja número siete.

De igual manera seleccionamos la propuesta número uno debido a que los movimientos que se van a realizar a las cajas no son tan extensos y se puede realizar de una mejor manera si ocupando la distancia de 20 m que comprende el proceso de las siete cajas de desbaste.

Se busca aprovechar el mayor espacio posible en esta área de desbaste, en este plano se ve reflejado el reemplazo y sustitución de las cajas 2 y 4 de desbaste de una horizontales a verticales, siendo este la mejor opción ya que se eliminaría el girador de barras; este girador de barras presentan problemas primordiales a la palanquilla ya que realiza un giro a esta para poder ingresar a las cajas 2 y 4 estos giradores presentan una demora de 13.2 s lo que hace que la palanquilla que viene a una determinada velocidad se frene para realizar este giro. Esta propuesta cumple las medidas que el fabricante propone para el mantenimiento con medida de altura en la parte superior donde se encuentra el motor de la maquina con una distancia de 160 cm, con una distancia de separación entre la máquina y los laterales de 90 cm y 130 cm; en la parte inferior donde se encuentra la caja de desbaste esta con una altura de 160 cm.

El lema principal es diseñar la zona de trabajo para facilitar espacio para más personas de acuerdo con el tamaño y la estructura del cuerpo humano. La antropometría y, a menudo, utiliza gran cantidad de dispositivos muy parecidos a un calibrador para calcular las dimensiones del esqueleto, como la altura y la longitud del antebrazo. Sin embargo, de hecho, debido a la gran cantidad de información que se ha recopilado y enumerado, solo unos pocos ingenieros y ergonómicos recopilan sus propios datos. (Niebel y Freival, s.f.)

Tabla x tiempos totales actuales del proceso de desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina

Actualmente en la empresa Grupo Siderúrgico Reina en el área de laminación, se hace una recolección de tiempos en el proceso de desbaste. Se realiza en este proceso debido a que en este lugar se plante nuestro trabajo de grado donde se quiere analizar cual puede una propuesta correcta y efectiva para un rediseño de planta, con el objetivo de reducir dichos tiempos que se verán mencionados en la siguiente tabla 16. Estos valores son los que se encuentran en el diseño actual.

Tabla 16

Tiempos Actuales del Proceso de Desbaste (Unidades segundos)

Tiempos Actuales del Proceso de Desbaste	
Tiempo total del proceso de desbaste	81.38 segundos
Tiempo total de la palanquilla en el girador de la barra	13.02 segundos
Tiempo de la palanquilla entre la caja de desbaste número 1, el girador de barras número 1 hasta la entrada de la caja de desbaste número 2	22.36 segundos
Tiempo de la palanquilla entre la caja de desbaste número 3, el girador de barras número 2 hasta la entrada de la caja de desbaste número 4	22.36 segundos

Se plantean dos propuestas para la recreación del proceso de desbaste de la empresa Grupo Siderúrgico Reina con el objetivo de comprimir los tiempos de producción realizando el cambio de las cajas de desbaste número dos y cuatro

horizontales y eliminando los dos giradores de barras actuales en el proceso por dos cajas verticales. En la tabla 17 se realiza el cotejo de propuestas de tiempos en el proceso; se ven reflejados los tiempos de cada una de las propuestas.

Tabla 17

Tiempos de propuestas del Proceso de Desbaste (Unidades segundos).

Propuesta 1		Propuesta 2	
Tiempo total del proceso de desbaste	54.98 s.	Tiempo total del proceso de desbaste	60.02 s.
Tiempo total de la palanquilla en el girador de la barra	0 s.	Tiempo total de la palanquilla en el girador de la barra	0 s.
Tiempo total del paso de la palanquilla por la caja vertical 1.	9.02 s.	Tiempo total del paso de la palanquilla por la caja vertical 1.	9.02 s.
Tiempo total del paso de la palanquilla por la caja vertical 2.	7.02 s.	Tiempo total del paso de la palanquilla por la caja vertical 2.	7.02 s.

Observando las comparaciones de estas dos propuestas podemos concluir que la propuesta número uno nos beneficia con un ahorro de tiempo menor del paso de la palanquilla en estas cajas de desbaste respecto a la distribución actual y la propuesta número dos. En esta propuesta escogida se tiene como tiempo total del paso de la

palanquilla por todo el proceso de desbaste es de 50.26 s. Teniendo en cuenta estos tiempos de proceso se lleva a cabo un estudio de datos económicos con lo siguiente:

Mano de obra: \$20.000.000

Dos cajas de desbaste vertical: \$568.800.000

Dos pasadas de entrada cajas de desbaste vertical: \$20.000.000

Dos pasadas de salida cajas de desbaste vertical: \$20.000.000

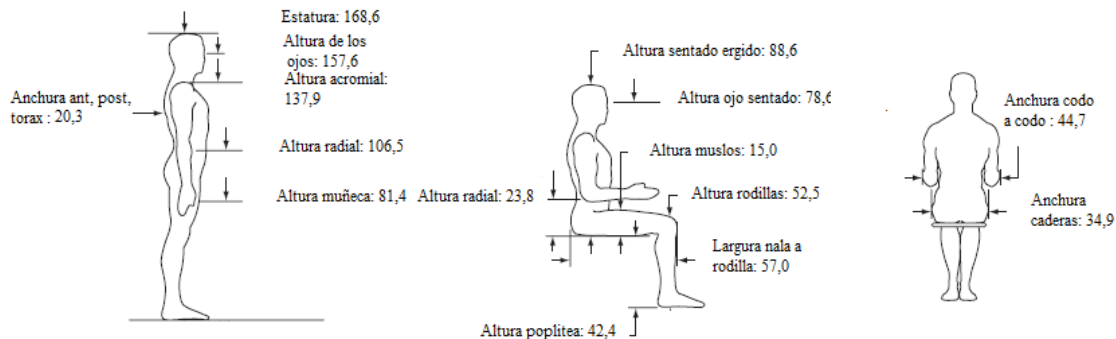
Dicho esto, lo anterior tiene un costo total de instalación y puestas a producción de: \$628.800.000

Diseñar el puesto de trabajo para las cajas verticales que cumpla con los requerimientos antropométricos de Colombia para el proceso de desbaste en Grupo Siderúrgico Reina.

Para el diseño del puesto de trabajo para el proceso de desbaste en el Grupo Siderúrgico Reina, se tuvieron en cuenta Parámetros Antropométricos Colombianos. Tabla 5. Basándonos en los percentiles P5, P7.5, P9, P9.5. Se toma como referencia el percentil P.5 debido a que la altura promedio en Colombia es de 168,6 cm. Dejando de esta manera para que los operarios puedan realizar sin ningun problema requerimientos de producción o aquellos requerimientos de mantenimiento evitando riesgos o peligros laborales.

Figura 13

Medidas de percentil P5 en cm de Parámetros Antropométricos Colombianos para la empresa Grupo Siderurgico Rienna.



Fuente: Elaboración propia

Diseño para los extremos

Para las buenas prácticas de mantenimiento correctivo y calibración de perfiles de los diferentes productos que son ejecutados en el proceso de laminación; por buenas prácticas es recomendable que el trabajador obtenga espacios idóneos para ejecutar lo mencionado anteriormente. Se toma el 5avo percentil.

Diseño ajustable:

Dentro del puesto de trabajo en la caja vertical, en el área de desbaste se cuenta con un puente grúa el cual facilita el retiro e instalación de estas cajas; de igual manera se diseña un espacio para depositar los repuestos requeridos; se deja como 5avo percentil.

Diseño para el tamaño promedio:

En el área de desbaste las cajas verticales son demasiado grandes y pesadas; resulta de una compleja adecuarla a cada estatura del trabajador. Se ajusta a una medida promedio tomando el 5avo percentil de la altura del codo en los hombres y mujeres.

Colocar cada una de las herramientas y materiales en el área de trabajo:

Como recomendación para mitigar los tiempos de manteamiento o calibración se dispondrán las herramientas o equipos correspondientes en el área de desbaste; teniendo en cuenta el esfuerzo muscular, los recorridos en el área de trabajo se encuentran en un horizontal de la mano derecha del trabajador que contiene el área del brazo bajo del codo.

Disponer las herramientas, controles y otros componentes de tal forma que se pueda disminuir los movimientos.

Es muy importante que el trabajador tenga un óptimo conocimiento de su equipo de trabajo, dado que en alguna emergencia sepa reaccionar de manera inmediata;

minimizando los movimientos de alcance de las herramientas para su manera de reaccionar frente a las emergencias.

Maneje un soporte como dispositivo de sujeción:

Para la manipulación del equipo es muy importante que el trabajador no se vea expuesto a un alto riesgo de accidente, de esta manera lograr que esta manipulación se pueda realizar mediante la ayuda de un soporte sin exponer las extremidades superiores del trabajador.

Sitúe los dispositivos de control para lograr un excelente acceso y mayor fuerza:

Por la cifra de cajas de desbaste se diseña un espacio para la manipulación de palancas y herramientas con el fin que los trabajadores puedan manejar con una mayor destreza y una pequeña fatiga; tomando como medida promedio la altura entre el codo y el hombro.

Utilice un soporte y un agarre para las tareas que requieran fuerza y precisión:

En estas áreas de trabajo son muy importante las tareas de fuerza y de precisión; así que es muy importante disponer de estas herramientas con una cercanía óptima para la el momento que se deba de realizar algún requerimiento designado en el momento. para las herramientas que son de agarre cilíndrico debe ser herramientas que empalmen de manera cómoda con la mano del trabajador, teniendo en cuenta que la fuerza puede variar según el ángulo de posición del antebrazo.

En los tiempos prolongados evada ejecutar carga muscular:

Durante las ejecuciones de mantenimiento es recomendable pausas de periodos para evitar fatigas musculares. Para el mantenimiento que se presente de manera

horizontal se recomienda que las herramientas tengan un tipo de agarre de pistola. De tal manera que se mantengan los codos a 90° buscando eliminar la mayor fatiga del trabajador.

Codos flexionados para efectuar trabajos de torsión:

Para ejecuciones de mantenimiento de las cajas de desbaste se recomienda que el codo se encuentre flexionado a 90° o menos aprovechando los bíceps contribuyendo a la rotación del antebrazo.

Muñeca estirada:

Para las labores con herramientas en nuestro lugar de trabajo en las cajas dichas herramientas deben admitir que la muñeca del trabajador persistentemente se encuentre en un punto de vista recto evitando de esta manera un desgaste de fuerza de sujeción y si esta tarea se labora en constante tiempo evitaremos problemas en el túnel del Carpio.

Impida la tensión de los tejidos:

Para el mantenimiento tanto de cajas horizontales como de verticales, estas herramientas manuales deben estar diseñadas con superficies de agarre grandes para que así el operario pueda distribuir la fuerza en el momento que se usa la herramienta; de esta manera evitaremos la isquemia (obstrucción del flujo sanguíneo), hormigueo y entumecimiento de los dedos. Evitar ranuras o grietas en los agarres de las herramientas.

Evite el movimiento dactilar repetitivo:

Los operarios se ven obligados en utilizar los EPP'S (elementos de protección personal) en este caso guantes para evitar posibles riesgos al momento de realizarle el

mantenimiento a estas cajas de desbaste; se recomienda que dichas labores no conlleven a un elevado número de repeticiones.

Los dedos más fuertes para trabajar:

medio y el pulgar.

Peso de la herramienta y la longitud del mango:

Se recomienda a la organización o empresa que al momento de adquirir las herramientas cumplan con las especificaciones respectivamente en los mangos de sujeción que cumplan con la forma apropiada correspondiente al tipo de tarea y movimientos que tenga que realizar el operario y el peso que sea una herramienta equilibrada para el trabajo del operario.

Maneje los guantes con sensatez:

Se recomienda el uso apropiado de guantes de seguridad con la medida exacta y de manera cómoda, al momento de intervenir las cajas de desbaste.

Maneje equipos automáticos:

Se recomienda el uso de herramientas automáticas al momento de intervenir las cajas de desbaste disminuyendo la fatiga del trabajador, igualmente los desarmadores eléctricos.; evitando que estas herramientas tengan oscilaciones que estén en una categoría de 40 a 130 Hz.

Manipule de manera adecuada las herramientas automáticas:

Al momento de utilizar el desarmador eléctrico como función principal del operario de soportar, afianzar y controlar la herramienta en donde esté realizando su

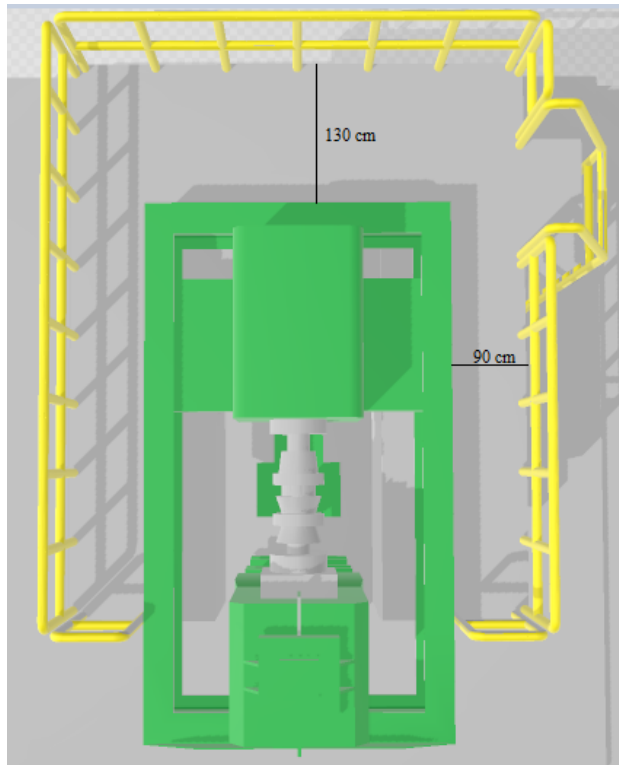
operación de mantenimiento, así mismo se busca que la herramienta cumpla con su estructura para que el operario tenga una mejor comodidad al usarla.

Escoja una maquina automática para el tipo de trabajo apropiado:

Se recomienda a la empresa que al momento de adquirir las herramientas automáticas estas cumplan con los requerimientos de calidad y conformidad para el trabajador para cuando tenga que realizar sus operaciones; de esta manera se sugiere que estos requerimientos de calidad sean referentes al manual de fabricante de las cajas de desbaste.

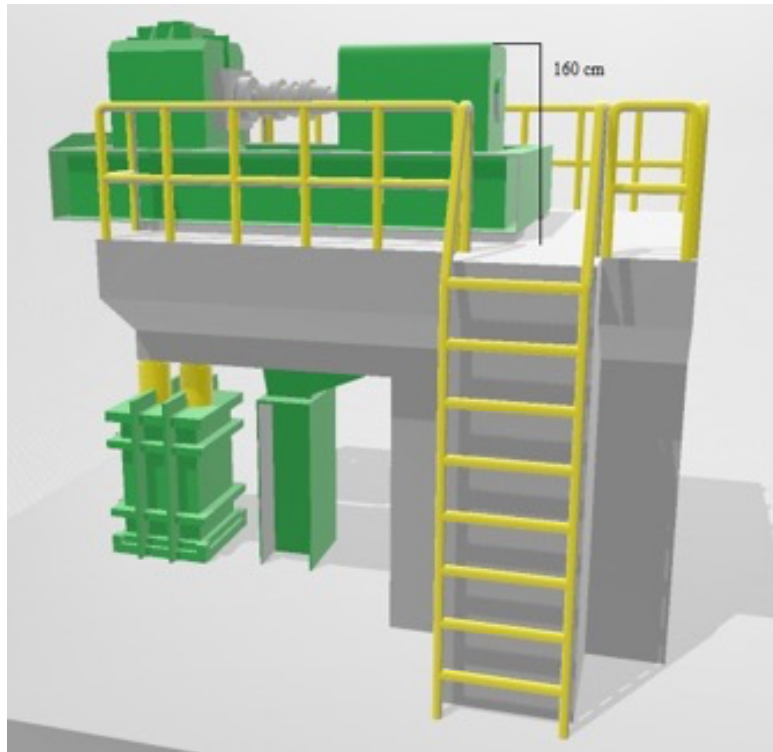
Figura 14

Vista superior caja vertical



Fuente: Elaboración propia

Para la figura 14 con vista superior de la caja vertical donde se puede observar los espacios que tiene el operador para su intervención a esta máquina, cumpliendo de esta forma que el operario se sienta conforme y seguro en su área de trabajo.

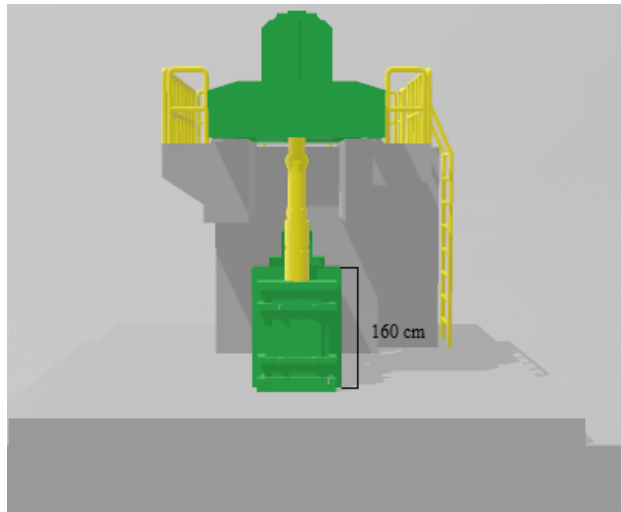
Figura 15***Vista lateral caja vertical***

Fuente: Elaboración propia

Para la imagen 15 de vista lateral se cumple con las medidas antropométricas que le facilitan al operario desplazarse de manera segura y cómoda para realizar los requerimientos de mantenimiento de la máquina en las partes más altas.

Figura 16

Vista frontal caja vertical.



Fuente: Elaboración propia

Para la figura 16 de vista frontal de la caja vertical donde se identifica la medida idónea del promedio de estatura en Colombia basándose en las medidas antropométricas, brindando a los operarios una mayor comodidad al momento de realizar los mantenimientos en esta caja de desbaste vertical.

Conclusiones

Durante la recolección de los datos cualitativos y cuantitativos se realizó el diagnóstico dentro el proceso de laminación en el área de desbaste identificando que es un proceso continuo donde se hace un trabajo de 24/7, concluyendo que en el proceso actual de desbaste se realizó una caracterización de proceso determinando las entradas y salidas en producción; así mismo se pudieron encontrar aquellas falencias que se presentan en este proceso.

Se identifica que el diseño de planta actual se detectaron demoras, producción de chatarra debido a que se trabaja en el proceso de desbaste con una serie de cajas horizontales, en este proceso existen unos giradores de barra que son la causa de una demora adicional al proceso y genera una producción de chatarra.

Con la recolección de información y un análisis de los planos originales se planearon varias propuestas para un diseño de planta eficaz, de este caso escogimos dos diseños por demostrar comodidad y no generar cambios drásticos debido a que sería muy complejo por ser un proceso lineal. Estas dos propuestas se plantearon las diferentes cercanías entre cajas, pero se decidió dejar el diseño que conllevaba más aproximación entre cajas pues esto ayudaría a mejorar el rendimiento del proceso de desbaste.

Se tomó la recolección de medidas antropométricas colombiana para el desarrollo del diseño del puesto de trabajo para los operarios del proceso de desbaste en el área de laminación, estas medidas se tomaron representativas frente a la propuesta del cambio de cajas horizontales a cajas verticales basadas en el percentil 5 que toma como un promedio

de estatura de 168 cm, de esta forma para que el operario pueda realizar su requerimiento de operación o mantenimiento a las cajas de desbaste.

Este estudio tiene como objetivo identificar las deficiencias del proceso de laminación en Grupo Siderúrgico Reina, con base en análisis cuantitativo y cualitativo, y concluir que las cajas horizontales en la actualidad aumentan el tiempo de proceso y afectan la calidad de la barra (palanquilla); Los resultados indican que se propone sustituir las cajas de desbaste anteriores por unas verticales, lo que representa una mejora del proceso al reducir el tiempo y restar un proceso de desbaste.

Recomendaciones

Se recomienda a la empresa realizar capacitaciones a los operarios relacionados en el proceso de desbaste, adquiriendo personal idóneo para el mantenimiento de estas cajas de desbaste. Adquirir las herramientas indicadas para el mantenimiento de estas cajas de desbaste, para disminuir la fatiga de los operarios.

Por lo general se recomienda realizar un análisis y determinación del proceso tanto para el área de laminación como para las demás áreas de la organización, esto conllevara a encontrar falencias y así mismo encontrar las soluciones más eficientes.

Tener en cuenta todos los requerimientos en cada área de su proceso para su caracterización debido a que se trabajan con diferentes máquinas, por lo cual cada una tiene un requerimiento de operación y mantenimiento diferente.

Es recomendable que dentro de la organización se cumplan con las medidas antropométricas colombianas debido a que estas máquinas vienen con unas medidas estándar por su fabricante, donde estas medidas se utilizan un promedio mayor de 170 cm; en Colombia existe un promedio de estatura de 168 cm y es importante manejar estos estándares para que el operario pueda realizar sus operaciones y mantenimientos.

Lista de referencias

- Acuña, G. y Quiroga, I. (2017). *Diseño de puestos de trabajo en la empresa “soluciones agropecuarias la granja s.a.s”* (Tesis de Pregrado). Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia.
- Alaceros. (2019). America latina en cifras 2019 Recuperado de:
https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america_latina_en_cifras_2019_es-en_web.pdf
- ANDI. (2018). Informe del sector siderurgico 2018. Recuperado de:
<http://www.andi.com.co/Uploads/INFORME%20ACERO%20MAYO%207%20BAJA.pdf>
- Barreto Bernal, P. (2014). *Conformación del empresariado del sector siderúrgico y su papel en los procesos de modernización social, económica y administrativa, en el corredor industrial de boyacá*. [Tesis doctoral, Universidad EAFIT de Colombia].
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5061/PatriciaBarreto%20_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Benavides, B. y Quiroga, J. (2013). *Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de artículos de seguridad kadis e.u* (Tesis de Pregrado). Universidad Libre, Bogota, Colombia.
- C. Coronado Castro, E. Molina Rodriguez, J. Garcia Sepulveda y J. Cordova Bustamante (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. Revista

Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XL, núm. 3-4, 2010, pp.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27018888005>

Carro Paz, R. y Gonzales Gomes, D. (s.f). Diseño y medición de puestos de trabajo.

Sistema de producción y operaciones,

http://nulan.mdp.edu.ar/1609/1/04_medicion_puestos_trabajo.pdf

Cifuentes Gómez, A. (2020.). *Implementación de sistemas de gestión de información del ciclo de vida de producto basado en el desarrollo de un molde de inyección : implementación de marco de trabajo basado en herramienta PLM para desarrollo de productos.* Bogotá - Ingeniería - Maestría en Ingeniería - Materiales y Procesos.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79179>

Cuatrecasas, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta.* Profit editorial.

Cuellar Solano, J., Lesmes Sorza, A., y Velásquez Zambrano, K. (2018). *La*

Competitividad de los sectores metalúrgico y siderúrgico en Colombia: Un estudio de su dinámica en contexto [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá.] <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/6035>

Delgado Tobar, M. y Trujillo Ardila, S. (2013). *Estandarización de procesos en una empresa del sector de la construcción para cumplir con requisitos de la norma internacional ISO 9001:2008* [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD ICESI - Chile].

https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78100/1/estandarizacion_procesos_empresa.pdf

E. Romero Bermúdez, y J. Díaz Camacho. (2018). Optimiza el método de trabajo. Colegio de estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Sonora.

https://m2s3produccionindustrial.milaulas.com/pluginfile.php/28/mod_resource/content/1/Sub%203%20Mod%20II%20Prod.%20Ind.pdf

Gonzales Vargas, A. y Salazar Ponce, J. (2006). *Estudio de la productividad en la metalmecánica San Bartolo* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional - Ecuador]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/69/1/CD-0040.pdf>

hubspot (agosto 19 2020). *Qué es el diagrama de Ishikawa y cómo aplicarlo en tus procesos*. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa#:~:text=Es%20una%20herramienta%20para%20identificar,desarroll%C3%B3%20desde%20el%20a%C3%B1o%201943>.

Industria siderúrgica colombiana [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana - Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1441>

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2009), *Herramientas para la mejora de calidad*. <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo*.

León Rodríguez, M. y Murcia Reyes, M. (2017). *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa Gerdau diaco - planta tuta* [Proyecto de grado en la modalidad de práctica

empresarial, universidad pedagógica y tecnológica de Colombia].

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2226/1/TGT-759.pdf>

Martínez Alfonso, D. (2016). *Diseño y mejoramiento de la distribución en planta de la Empresa de Metalmecánica Soldimontajesdiaz.Ltda ubicada en Paipa, Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].

<https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2656>

Mora Zabala, J. (2020). *El papel del comercio exterior en la competitividad de la*

Ospina Delgado, J. y Rojas Ramos, C. (2016). *Propuesta de distribución de planta, Para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ATE lima, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad san Ignacio de Loyola, Perú].

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf

Palacios Acero, L. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.

Puma, G. (2011). *Propuesta de redistribucion de planta y mejoramiento de la produccion para la empresa prefabricados del Austro*. (Tesis de Pregrado). Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Revista Semana. (2018). Boyacá y su larga historia con la producción del acero en Colombia.

Página web Revista Semana. Recuperado de: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/boyaca-todo-nace-aqui/articulo/boyaca-y-su-larga-historia-con-la-produccion-del-acero-en-colombia/578321/>

- Suarez Becerra, I. (2014). *Competitividad en el sector siderúrgico en el departamento de Boyacá* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1441>
- Tejada Díaz, N. Gisbert Soler, V y Pérez Molina, A (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD. *Área de Innovación y Desarrollo, S.L.* <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>
- Toro Toro, J. y Castillo Montenegro, J. (2014). *El proceso de metalmecánica y su incidencia en el desarrollo de afecciones oculares en el personal del área de producción de Cepeda Cía. Ltda.* [Trabajo de investigación, Universidad Técnica de Ambato - Ecuador].
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6985/1/Tesis_t869mshi.pdf
- Valdés Hernández, L (2014). Manual para la diagramación de procesos.
http://docencia.fca.unam.mx/~lvaldes/cal_pdf/cal18.pdf
- Viancha Cuta, C. (2016). *Rediseño del sistema de evacuación y pesaje de perfilaría del tren tres para la Empresa Gerdau Diaco Planta Tuta* [Anteproyecto, universidad pedagógica y tecnológica de Colombia].
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2701/1/TGT_1322.pdf.

Anexos

Proceso de Calentamiento de Palanquilla Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.

Anexos 1

Diagrama de flujo proceso de Calentamiento de palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.



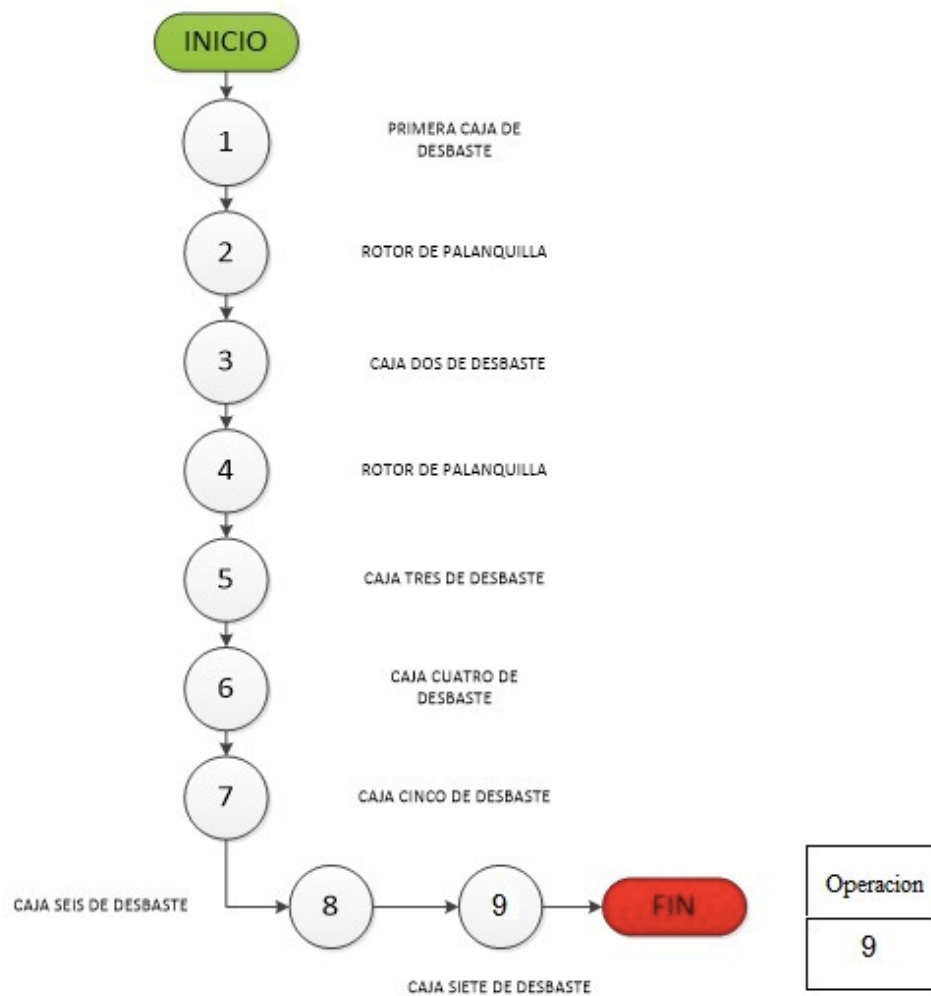
Fuente: Elaboración propia.

Proceso de desbaste Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.

Anexos 2

Caracterización de Proceso de Desbaste en la empresa Grupo Siderúrgico

Reina.

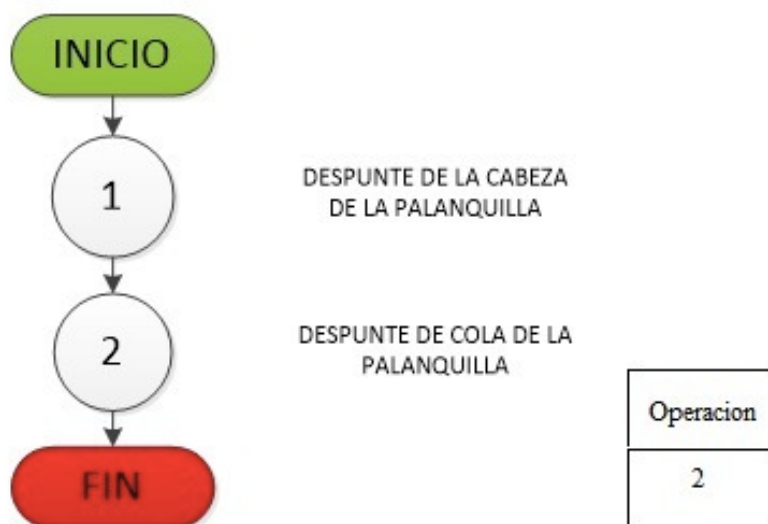


Fuente: Elaboración propia.

Proceso de Despuente de Cabeza y Cola de Palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.

Anexos 3

Caracterización Proceso de Despunte de Cabeza y Cola de Palanquilla en la empresa Grupo Siderúrgico Reina.



Fuente: Elaboración propia

Encuesta aplicada para el personal del proceso de desbaste de la empresa

Grupo Siderúrgico Reina.

Anexos 4

Encuesta para recolección de información en el proceso de desbaste de la empresa

Grupo Siderúrgico Reina.

Marque con una (X), la opción más conveniente según la situación en su organización y complemente según se requiera. Nombre: _____ Puesto de Trabajo: _____				
N	PREGUNTA	SI	PARCIALMENTE	NO
1	¿Ha recibido capacitación en los últimos 6 meses?			
	Comentario:			
2	¿Cree usted que con el remplazo de los giradores de barra por las cajas verticales tendrá beneficios para la producción en el área de laminación?			
	Porque :			
3	¿El espacio actual de manipulación de las cajas 2 y 4 es el ideal al momento de un mantenimiento?			
4	¿Cuántos grados de torsión necesitan una barra para que ingrese al siguiente paso con caja horizontal?			
5	¿Cambiaría la reducción de área cambiando las cajas 2 y 4?			
	Porque :			
6	¿Cree que las chatarras se podrían evitar con el sistema de cajas verticales?			
7	¿Cuánto tiempo de parada genera una chatarra por falta de torsión?			

8	¿Se tendría que cambiar el guiado montando cajas 2 y 4 por unas verticales?			
	Porque :			
9	¿Tendría un impacto en la producción?			
	Porque :			
10	¿Cree usted que el sistema de refrigeración es más óptimo en una caja horizontal que una vertical?			
	Porque:			
11	¿Se produciría menor o mayor cantidad de laminilla cambiando las cajas 2 y 4?			
	Porque:			
12	¿Si se suspendiera el sistema de torsión mecánico, el desgaste del cilindro disminuiría?			
13	¿Cree que se reduciría el desgaste de los rodamientos en las cajas 2 y 4?			
14	¿Cree que aumentaría la producción y el rendimiento del proceso suspendiendo las torsiones mecánicas?			
15	¿Disminuyera el torque y consumo de los motores?			

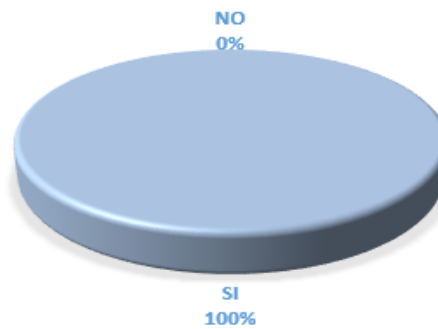
Fuente: Elaboración propia

Tabulación de encuesta aplicada de preguntas usadas para el análisis.

Anexos 5

Gráfico de pregunta de encuesta.

¿Cree usted que con el remplazo de los giradores de barra por las cajas verticales tendrá beneficios para la producción en el área de laminación?

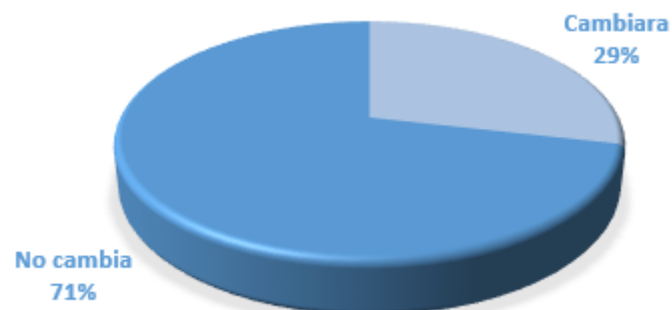


Fuente: Elaboración propia

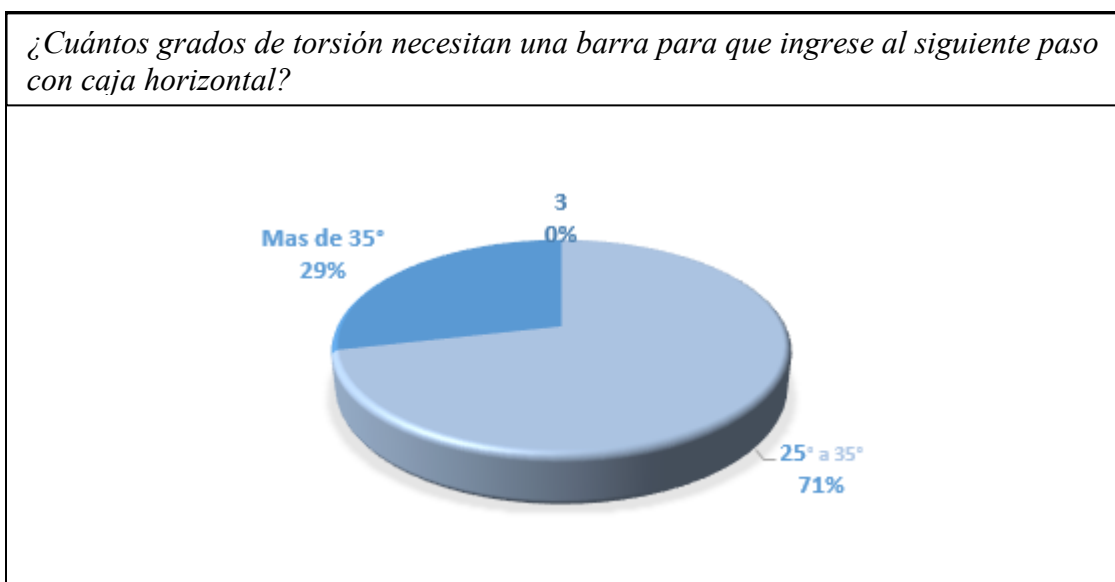
Anexos 6

Gráfico de pregunta de encuesta.

¿Cambiaría la reducción de área cambiando las cajas 2 y 4?



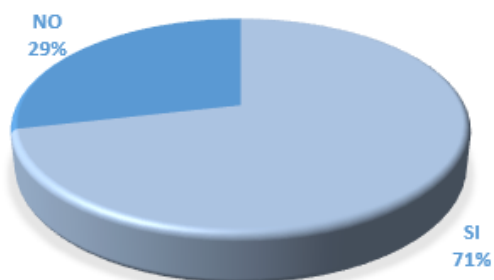
Fuente: Elaboración propia

Anexos 7***Gráfico de pregunta de encuesta.***

Fuente: Elaboración propia

Anexos 8***Gráfico de pregunta de encuesta.***

¿Si se suspendiera el sistema de torsión mecánico, el desgaste del cilindro disminuiría?



Fuente: Elaboración propia

Anexos 9

Gráfico de pregunta de encuesta.

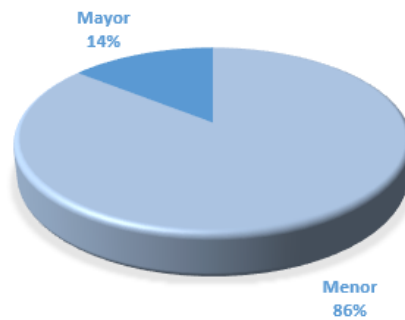
¿Cree que se reduciría el desgaste de los rodamientos en las cajas 2 y 4?



Fuente: Elaboración propia

Anexos 10***Gráfico de pregunta de encuesta.***

¿Se produciría menor o mayor cantidad de laminilla cambiando las cajas 2 y 4?



Fuente: Elaboración propia

Anexos 11***Gráfico de pregunta de encuesta.***

¿Cree usted que el sistema de refrigeración es más óptimo en una caja horizontal que una vertical?



Fuente: Elaboración propia

