Universidad Iberoamericana Puebla

Repositorio Institucional **http://repositorio.iberopuebla.mx**

Maestría en Administración de Empresas Tesis

Desarrollo e implementación de un método ágil para mejorar el flujo logístico interno de una empresa de fabricación de cuerpos moledores

Soberón Echaniz, Justo Manuel

2022

https://hdl.handle.net/20.500.11777/5458

http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial del 3 de abril de 1981

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO ÁGIL PARA MEJORAR EL FLUJO LOGÍSTICO INTERNO DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE CUERPOS MOLEDORES.

ELABORACIÓN DE PROYECTO DE TITULACIÓN

para obtener el Grado de

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Presenta

Justo Manuel Soberón Echaniz

Director

Dr. David Hortiales Rendón

San Andrés Cholula,

Pue. 2022

Resumen

La Industria Metalmecánica, es la encargada de suministrar en la cadena productiva; maquinaria, piezas y herramientas de carácter metálico producidas a la medida, dependiendo de la necesidad de cada cliente, a diferencia de la Industria Minera-Metalúrgica esta es la encargada de la extracción, fabricación y transformación de metales ferrosos y no ferrosos.

La Secretaría de Economía (2022) afirma que…"El sector minero-metalúrgico, en nuestro país representó el 8.3% del Producto Interno Bruto (PIB) industrial y el 2.3% del PIB Nacional de acuerdo a cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2020"(párr. 2).

La Secretaría de Economía (2022) afirma que…

> En cuanto a inversión se refiere, el sector minero invirtió 3 mil 532.62 millones de dólares en 2020, lo que significó una disminución de 24.1% en comparación con lo invertido en 2019; el sector continúa manteniéndose como una de las ramas productivas que atrae mayor inversión al país. (párr. 1)

Andrea (2014) menciona que los cuerpos moledores participan en el último proceso de fragmentación de los minerales después de su extracción en las minas, dentro de cilindros que giran sobre su propio eje llamados molinos, donde su principal función en el interior del molino es la abrasión que se produce al girar, al ser lanzados o por su caída en cascada por el efecto de giro y desplazamiento de las masas, cabe mencionar que este es uno de los gastos mas representativos dentro de una mina, al igual que, el costo del consumo energético.

El principal objetivo de este proyecto es poder hacer más eficiente el proceso de traslado de tambos de producto en proceso y producto terminado en una empresa dedicada a la fundición de cuerpos moledores. Para poder cumplir dicho objetivo se implementó un método ágil y eficiente en la distribución y transporte del almacén de la empresa, con la ayuda de la metodología cinco “S”.

Se tuvo el tiempo suficiente para poder planear el proyecto, implementarlo, dejarlo madurar, medirlo y analizar los datos. Se pueden ver las mejoras que tuvo la empresa con el nuevo método en el proceso de almacenaje, utilizando algunas de las herramientas de las metodologías aplicadas.

Para poder cumplir con el objetivo principal y secundarios se desarrolló un plan estratégico con actividades y responsables, con duraciones y fechas.

Actualmente la logística de transporte y el sistema de distribución de almacenaje propuesto esta implementado y funcionando, mejorando el trabajo de los operadores de la organización, disminuyendo tiempos de traslado y manteniendo un orden en la organización del almacén de producto.

Índice

Introducción 1

Análisis institucional 2

Industria 2

Historia 6

Organigrama 8

Proceso de Fabricación. 9

Principales Defectos de Calidad 16

Clasificación del Producto 18

Clientes 23

Producto 27

Tamaños y Características 40

Descripción de la Problemática 45

Capacidad y Restricciones de Producción por Área 45

Paso Número 1: Recolección y Acomodo del Producto en Proceso al Terminar el Proceso Automatizado 46

Paso Número 2: Separación del Producto y Distribución de Almacenamiento 47

Paso Número 3: Limpieza del Producto y Distribución de Almacenamiento 49

Paso Número 4: Tratamiento Térmico y Distribución de Almacenamiento 50

Planteamiento del Problema 59

Antecedentes. 59

Justificación 65

Delimitación de la Investigación 67

Hipótesis 67

Sustento Teòrico de la Intervención 68

Definición de: Proceso 68

Definición de: Cinco “S” , Cinco Soles o Cinco Estrellas 71

Definición de: Kaizen/Mejora Continua 74

Objetivos 77

Objetivo General 77

Objetivos Específicos 78

Metodología 79

Resultados 86

Selección e Identificación de Espacios 86
Acondicionamiento de Espacios 96
Capacitación de Personal 99
Identificación y Medición de Tiempos de las Distintas Rutas de Manera Retrospectiva 100
Percepción del Método Implementado 105
Construcción del Proyecto de Intervención 107
Plan de Acción 113
Compra de Insumos 114
Eliminación de Bola para Troquel y Bola para Esmeril 114
Reducción de Inventario de Producto Terminado y Producto en Proceso 114
Reubicación de Cizalla Verde 115
Reubicación de Cizalla Gris 115
Reubicación de Tambos de Producto en Proceso y Producto Terminado 115
Instalación de Señalamientos y Pintura de Áreas 116
Capacitación a operadores con la Nueva Distribución de Almacenamiento 116
Revisión de áreas 116
Determinación de los insumos 117
Costo total del proyecto 118
Resultados del plan de intervención 119
Conclusiones 126
Referencias 129
Anexos 133

Índice de Tablas

Tabla 1 Requerimientos actuales de las minas 2020 3
Tabla 2 Fabricantes de cuerpos moledores en México y su capacidad estimada 4
Tabla 3 Proceso de separación 13
Tabla 4 Clasificación del producto después del proceso de separación dependiendo el tamaño 19
Tabla 5 Clasificación del producto después del proceso de limpieza dependiendo el tamaño 20
Tabla 6 Clasificación del producto después del proceso de tratamineto térmico dependiendo el tamaño 21
Tabla 7 Apariencia física del producto durante el proceso de fabricación 22
Tabla 8 Dimensiones de las áreas de trabajo 26
Tabla 9 Composición química y dureza por tamaño para molienda húmeda 32
Tabla 10 Composición química y dureza por tamaño para molienda seca 33
Tabla 11 Rendimiento en mineral blando (dureza) 34
Tabla 12 Rendimiento en mineral medio (dureza) 35
Tabla 13 Rendimiento en mineral duro (dureza) 36
Tabla 14 Capacidad de producción diaria por área vs producción actual 46
Tabla 15 Montacargas de la empresa del estudio 51
Tabla 16 Producción de semana 10 a semana 27 del año 2019 en toneladas 52
Tabla 17 Inventario de Marzo a Julio 2019 53
Tabla 18 Capacidad de almacenamiento de las zonas 88
Tabla 19 Viabilidad de la zona 89
Tabla 20 Restricciones de las áreas – Capacidad de Producción 91
Tabla 21 Producción por día por área 93
Tabla 22 Capacidad de cada almacén en tambos 95
Tabla 23 Relación entre procesos y zonas 101
Tabla 24 Tiempo invertido por proceso 103
Tabla 25 Cantidad de espacios que estaban ocupados por proceso 104
Tabla 26 Resultados de la entrevista con el modelo anterior 106
Tabla 27 Costo total del proyecto 118
Tabla 28 Tiempo invertido por proceso modelo anterior vs modelo actual 121
Tabla 29 Cantidad de espacios modelo anterior vs modelo actual 123
Tabla 30 Resultados de la entrevista con el modelo anterior y actual 125

Índice de Figuras.

Figura 1 Mapa con la ubicaciòn de la empresa 7
Figura 2 Organigrama de la empresa 8
Figura 3 Acumulado de ventas 23
Figura 4 Impresión de modelo y zona de embarques 27
Figura 5 Metalografía bola forjada 29
Figura 6 Metalografía bola alto cromo 29
Figura 7 Efecto del molino 31
Figura 8 Consumo unitario mina “X” 37
Figura 9 Consumo unitario mina “Y” 38
Figura 10 Ventajas de la bola de alto cromo vs bola forjada 39
Figura 11 Bola de 90mm y embarque de 80mm 40
Figura 12 Toneladas producidas en los últimos años 41
Figura 13 Porcentaje de producción por tamaño año 2019 42
Figura 14 Certificado de calidad página 1 43
Figura 15 Certificado de calidad página 2 44
Figura 16 Plano de la empresa con ruta del operador de la banda 17a 47
Figura 17 Plano de la empresa con ruta del operador de troqueles 48
Figura 18 Plano de la empresa con ruta del operador de tambor 49
Figura 19 Plano de la empresa con ruta del operador de Tratamiento Térmico 50
Figura 20 Recepción y entrega por departamento 58
Figura 21 Plano de la empresa con la distribución de almacenamiento pesada 87
Figura 22 Propuesta de distribución de almacenamiento para cada proceso 94
Figura 23 Fotos de la empresa pintada y señalizada 1 97
Figura 24 Fotos de la empresa pintada y señalizada 2 98
Figura 25 Plano de la empresa con las rutas de los procesos 102
Figura 26 Programa de actividades para la implementación del método propuesto 113
Figura 27 Ruta de los operadores con la nueva distribución 120

Introducción

Se realizó un proyecto de intervención de tipo mixto, experimental, prospectivo y transversal, con el objetivo de hacer más eficiente el traslado de tambos de producto en proceso y producto terminado en una fundición, que produce cuerpos moledores con alto porcentaje de cromo en Chalco, Estado de México. El proyecto se desarrolló con la implementación de la metodología 5 “S”, que consistió en la selección, señalamiento y delimitación de espacios. Una vez identificados los espacios, se prosiguió a capacitar de manera individual a los operadores, supervisores, gerentes y directivos. También, se realizó una entrevista y una medición de tiempos de manera retrospectiva, comparando el modelo anterior del modelo actual. Como indicadores se utilizaron la capacidad y viabilidad de los espacios, capacidad de producción de área de trabajo, tiempos de recorrido y percepción de mejora de los operadores dividido en: orden, tiempo, ventajas, desventajas, procesos y cantidad de tambos procesados. Finalmente, los resultados mostraron que la implementación de la metodología cinco “S”, ayudaron a reducir en un 46% el tiempo total invertido por los operadores en el escenario más tardado en los recorridos; asimismo, los comentarios de los operadores mostraron que ellos percibían una mejora en el orden y organización de la empresa, comentaron que sentían que los tiempos de traslado se habían reducido de dos a diez veces menos que el modelo anterior y que no podían identificar una ventaja en el modelo de logística y almacenamiento anterior. Por consiguiente, se recomienda seguir aplicando las metodologías en las demás áreas y procesos de la empresa.

Análisis institucional

Industria

México se ubica en el primer lugar en la extracción y producción de plata a nivel mundial, también ubicado entre los principales diez productores de 16 diferentes minerales: plata, bismuto, fluorita, celestita, wollastonita, cadmio, molibdeno, plomo, zinc, diatomita, sal, barita, grafito, yeso, oro y cobre.

La Secretaría de Economía (2020) afirma que… "El 8.2% del Producto Interno Bruto Industrial de México fue generado por el sector minero metalúrgico, también generando 381,456 empleos directos y 2.3 millones de empleos indirectos."

Las minas que se presentan en la tabla 1, conforman las principales minas de consumo de cuerpos moledores en el país, dedicadas a la extracción de los metales antes mencionados, algunas de estas minas son clientes existentes de la empresa, posibles clientes o minas con las que la organización todavía no crea contacto, o por el momento no le interesa a la empresa tener relación por su estrategia de desarrollo actual. En la tabla también se menciona la demanda mensual de bola de forja y/o bola de alto cromo (como la que fabrica la empresa representada en el estudio).

Tabla 1

Requerimientos actuales de las minas 2020

Principales consumidores	Bola forjada Tons/Mes	Bola de alto cromo Tons/Mes
Minera Aránzazu	30	
Minera Arian Silver	50	
Minera Autlán	30	
Minera Buena Vista del Cobre	3000	150
Minera El Cubo	30	
Minera Sabinas	60	
Minera La Luz	30	
Consorcio Benito J. La Colorado	50	
Minera Tayoltita		50
Minera La Encantada		15
Minera Santa Elena	60	
Industrial Minera México. Charcas.	30	
Industrial Minera México. Sta. Bárbara		30
Industrial Minera México. San Martin.		50
Mina Bolañitos	30	
Minas de Bacis	30	
Minera Media Luna	60	
Minera Meridian. Unidad Mercedes	60	
Minera Mexicana El Rosario		30
Minera Mexicana El Rosario. Unidad Topia		15
Minera Mexicana La Ciénaga	60	
Minera Penmont. Unidad la Herradura	60	
Minera Peñasquito	1500	30
Minera Real de Ángeles. Unidad Asientos	30	
Minera Real de Ángeles. Unidad el Concheño	60	
Minera Santa María de la Paz	30	
Ocampo Mining. Unidad Ocampo	50	
Operadora de Minas Nacozari. Unidad Caridad	1000	
Plata Panamericana. Unidad La Colorada		30
Refinadora de Plata Guanasebi. Unidad Guanacebi	40	
Minera Fresnillo. Unidad El Saucito		90
Minera Fresnillo Unidad Fresnillo	40	
Minera Fresnillo. Unidad Velardeña		30
Minera Atocha		10
Minera del Norte. Unidad Hércules		350
Minera del Norte. Unidad La Perla		60
Minera del Norte. Unidad Cerro Del Mercado		30
Minera Real Del Monte. Unidad Loreto		30
Minera Real Del Monte. Unidad El Baztan		10
Minera Cósala		30
Minera Don David		60
Minera Cuscatlán	60	
Minera Plata Real. Unidad Los Gatos	90	
Total	**6,570**	**1,100**

Nota. Datos proporcionados por el Gerente Comercial (2020).

Competidores

En México existen seis fabricantes y/o distribuidores de bola de alto cromo y/o bola forjada para poder satisfacer la demanda de todas las minas de México, por confidencialidad de la empresa, y análisis de competencia no podemos mencionar el nombre de las empresas, así que nos referiremos a ellas según su ubicación geográfica en México.

En la tabla 2 se mencionan los distintos fabricantes y/o distribuidores con presencia en México y sus producciones estimadas mensuales, expresadas en toneladas.

Tabla 2

Fabricantes de cuerpos moledores en México y su capacidad estimada.

Ubicación del proveedor	**Bola forjada Tons/Mes**	**Bola de alto cromo Tons/Mes**	**Total Tons/Mes**
Ciudad de México	500	0	500
Jalisco	5,000	1000	6,000
Nuevo León 1	500	0	500
Nuevo León 2	500	2000	2,500
Chihuahua	1,500	500	2,000
Total	8,000	3,500	11,500

Nota. Datos proporcionados por el Gerente Comercial (2020).

Los proveedores Chihuahua y Jalisco no tienen la capacidad para poder producir bola de alto cromo actualmente, por lo que compran las bolas de alto cromo con fabricantes ubicados en China, estos mandan el producto a través de barcos, para después poder almacenarlas en bodegas y poder distribuirlas a sus diversos clientes.

El proveedor Nuevo León 2 es el competidor más grande e importante de todos. Las 500 toneladas de bola forjada que manejan al mes las compran con un proveedor desde China, y de las 2,000 toneladas de bola de alto cromo que producen en Estados Unidos, a veces llegan a mezclarla con bola también comprada con proveedores de China.

Historia

La empresa donde se desarrolló el proyecto de intervención es la empresa líder en México en la fabricación de cuerpos moledores al alto cromo. Dicha empresa inició operaciones el 29 de octubre de 1929 en Bilbao España, motivo por el cual goza de gran experiencia en el ramo. En el año de 1990 Oberen inicia operaciones en México con el fin de satisfacer las necesidades de la industria minera y cementera. Actualmente se cuenta con una fundición ubicada en Chalco, Estado de México, con capacidad de producción de 13,200 toneladas anuales.

Localización

La fundición del estudio se encuentra en, Colonia Granjas, Chalco, Estado de México. Código Postal 56600. La empresa esta conformada por tres naves con superficies de 4,084.65 cada una. Las naves se conocen internamente como:

1. Nave de Embarques; entrada principal y es una de las dos principales naves, ahí se almacenan los insumos, se encuentra mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, oficinas de los ingenieros, almacén de bola y se encuentra la puerta por donde sale el producto terminado.

2. Nave de Fundición; entrada de materia prima y es una de las principales naves, donde se almacena la mayor parte de la maquinaria de producción.
3. Nave de Proyectos; última adquisición de la empresa, por el momento solo trabaja el departamento de proyectos y se almacena producto y maquinaria obsoleta.

En la figura 1 se señala en el mapa de Chalco de Díaz Covarrubias la ubicación geográfica de la empresa.

Figura 1

Mapa con la ubicaciòn de la empresa

Nota. Imagen obtenida desde Google Maps (2020)

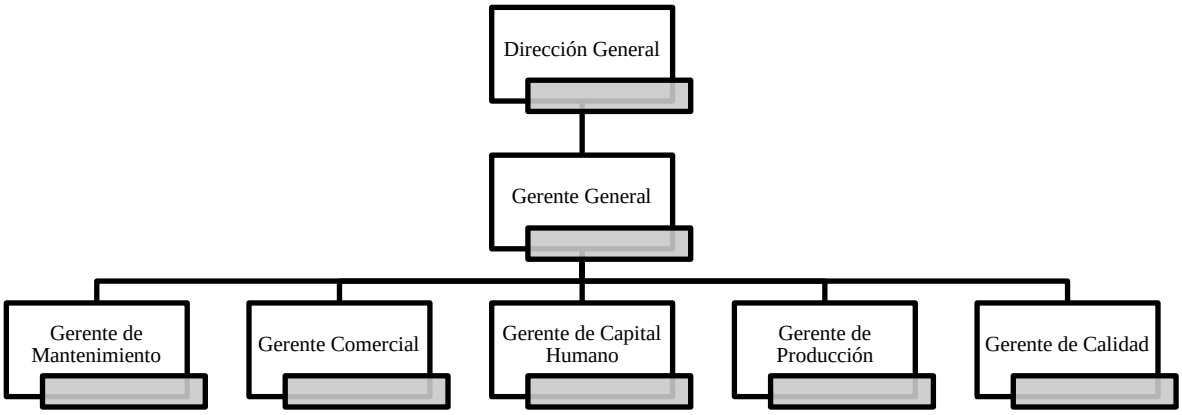
Organigrama

La empresa esta conformada por la Dirección General, Gerente General, y Gerentes de departamentos, siendo aproximadamente 90 personas las que conforman la totalidad de la organización, en la figura 2 se muestra el Organigrama Gerencial de la empresa.

Por confidencialidad de la empresa solo se puede mencionar el nombre del cargo dentro de la organización, para poder observarlo mejor se puede encontrar en el Anexo A (ver anexo A Organigrama).

Figura 2

Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Capital Humano. (2020)

Proceso de Fabricación.

El proceso empieza con la recepción de chatarra donde será depositada en una fosa con capacidad de entre ochenta y cien toneladas, ese se transporta con un electroimán con capacidad de dos toneladas de carga. El cual vierte el material en las tolvas vibradoras con capacidad de una tonelada doscientos, estas van dosificando el material a los hornos con una capacidad total de fusión de cuatro toneladas hora. Una vez que se tiene preparada alrededor de 75 por ciento del nivel de metal se saca una muestra preliminar del baño metálico, esta nos va a indicar la concentración porcentual de los elementos que conforman el preliminar, estos se compararan contra lo requerido por el cliente. Una vez teniendo esto, se hacen los ajustes necesarios, agregando las ferroaleaciones necesarias para llegar a la especificación requerida. Homogeneizamos y subimos la temperatura a mil quinientos grados celcius en un rango de diez minutos y nuevamente sacamos otra muestra para sacar la final. Asegurando el análisis químico el caldo que se encuentra dentro del horno es vertido en una olla de dos toneladas la cual se transporta sobre un mono riel eléctrico hasta la unidad de colada continua con una capacidad de tres toneladas, en este lapso, se saca la primera olla y se recarga el horno con unas canastas de retorno que contiene el análisis químico final con una canasta de alrededor 800 kilogramos, que contienen el análisis final para disminuir tiempos muertos de fusión.

Para el proceso de vaciado se cuenta con un equipo automatizado llamado Minipour, el cual controla la temperatura y el tiempo de vaciado, para mantener el llenado del molde uniforme, garantizando la misma velocidad y cantidad de metal en cada molde. El metal se debe estar vaciando a una velocidad de dos punto cinco kilogramos de metal por segundo.

El metal es vertido en moldes de arena que son producidos por una máquina moldeadora marca DISA de moldeo vertical. La arena para moldeo es preparada en un mezclador George + Fisher con capacidad de 950 kilos, el cual el 94 por ciento es de arena de retorno, el dos punto uno por ciento es de bentonita (aglutinante, pegamento), dos punto cinco por ciento es de carbón marino (genera quema de gases al vaciado y mejor apariencia al producto) y el dos punto seis por ciento es de arena nueva (cantidad que se tiene que recuperar por pérdida de calcinación y finos durante el proceso). Esta se mezcla por un periodo de sesenta segundos a una humedad del tres por ciento, teniendo un analizador de arenas automático el cual toma una muestra preliminar, donde determina su humedad, su resistencia y su compactibilidad, este verifica que esté dentro de los siguientes parámetros.

La resistencia de la arena es de 19 newtons sobre centímetro cuadrado, la humedad sobre cuatro por ciento como máximo, y una compactibilidad de diez por ciento como máximo, durante el proceso de mezclado la maquinaria hace una serie de muestreos para ir garantizando estas características necesarias de la arena, sin que pase el tiempo de 120 segundos por bacheo. El analizador compara los resultados y hace los ajustes necesarios de los aditivos para llegar a las características necesarias de la arena. Esta arena una vez lista es vertida en una tolva para después ser usada por la maquina DISA, su proceso de moldeo es por medio de un soplado a una presión de dos punto ocho bar para llenar la cámara de la máquina y un prensado de ocho kilos sobre centímetro cuadrado, dejando las impresiones dentro del molde de arena con una resistencia de 19 newtons sobre centímetro cuadrado. Esta máquina los va enfilando para crear una línea de moldes.

Esta línea consta de ochenta metros de largo, donde comprende el área de vaciado y el área de enfriamiento de la pieza, llamándose AMC la primera etapa y SBC la segunda etapa. Una vez solidificada la pieza llega al desarenador o Shake Out donde este equipo se encarga de separar la pieza que todavía se encuentra al rojo vivo de la arena, para que disipe prontamente su temperatura. La pieza y la arena serán transportadas por una serie de vibradores para luego entrar a un cilindro rotatorio donde por medio de aire y agua se enfría tanto la pieza como la arena. La arena de entrada supera los 150 grados teniendo a la salida sobre sesenta grados, y la pieza de 300 grados a 150 grados.

La salida consta de dos partes, una donde sale la arena sale a través de un tamiz para después ser dirigida a un sistema de bandas donde pasa inicialmente por un separador magnético para quitarle todas las piezas metálicas que tenga la arena, un tamiz poligonal para hacer la separación y ruptura de grumos, y posteriormente pasa a un enfriador de arenas marca Simpson donde enfría, fluidifica, y humecta la arena, llegando al uno por ciento máximo de humedad. De ahí se transporta por una serie de bandas transportadoras donde se almacenará en una tolva de 120 toneladas, ya que, la arena tiene que reposar por lo menos seis horas antes de su nueva utilización, nuevamente en el mezclador.

A la salida del cilindro rotatorio una vez separada la arena de las piezas pasa por un transportador donde se separa de lo que es la alimentación o mazarota y la pieza final, poniendo la alimentación, en los contenedores mejor conocidos como canastas con capacidad de 800 kilos para su utilización de fusión.

La alimentación o retorno son piezas que se sacrifican en la fundición para poder obtener la pieza que se desea, esta pieza es una merma, pero es necesaria para que cuando se esté enfriando el producto se pueda alimentar de esta, y así no quede hueco el producto final.
Un par de obreros que esperan la salida del producto lo recolectarán en unos contenedores (tambos) y dependiendo la medida del producto el peso variará de 900 kilos (bola de 25mm) a 700 kilos (bola de 90 mm).

El proceso que sigue será el de separar los cuerpos moledores uno de si, ya que, dependiendo el tamaño del producto pueden venir unidas en pares o en grupos de tres o cuatro. De la misma forma dependiendo el tamaño las bolas deberán separarse de diferente manera, el producto de 90 mm y 80 mm se romperán usando un troquel, el producto con tamaños de 70mm, 60mm, 50mm y 40mm se romperán usando un mazo y cincel, y para el producto de 25mm se utilizará una rompedora (se dosifica una serie de discos que giran a altas revoluciones donde se proyecta el producto a las paredes de la máquina, y por medio del impacto se separan una de la otra) la cual se alimenta utilizando un montacargas para acercar cualquier tambo con producto a la parte frontal de la máquina, este se inclinará para verter el producto dentro de la máquina y poder procesarla, ósea romperla. La salida de la rompedora es una banda transportadora ubicada en la parte inferior de la máquina que deposita el producto en una tina que se encuentra por debajo del nivel del piso. Esta tina es levantada utilizando un montacargas que la llevará a un espacio dentro del área de embarques para tirar el producto en el piso para que posteriormente los trabajadores la recojan utilizando una pala y depositándola en charolas para inspeccionar si las bolas están separadas o unidas para volver a procesarlas una vez más por la rompedora.

En la tabla 3 se muestra mediante qué herramienta se hace la separación de la pieza, la mayoría de la producción es de 80 mm, 90mm y 25mm.

Tabla 3

Proceso de separación

Tamaño	Separación mediante
25mm	Rompedora
40mm	Mazo y Cincel
50mm	Mazo y Cincel
60mm	Mazo y Cincel
70mm	Mazo y Cincel
80mm	Troquel
90mm	Troquel

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

Para los cuerpos moledores de 40 mm a 90 mm al romperse manualmente o utilizando el troquel, los operadores clasifican el producto en tres rubros: Bola buena que será marcado con una etiqueta verde donde se escribirá la fecha a la que se está procesando el tambo, bola para esmeril marcado con una etiqueta amarilla con la fecha y turno, y bola de rechazo con etiqueta roja con fecha y turno, estos operadores clasifican el producto de manera visual analizando una a una. La bola para esmeril es la que durante el proceso de separación se pudo haber separado del alimentador o de otra bola de manera inadecuada desprendiendo un pedazo de la que estaba unida, estos cuerpos moledores se separan para después rebajar ese exceso de material en el área del cuello (unión con la otra bola) utilizando un esmeril.

Una vez que se tiene la bola separada se continua al siguiente proceso que será la de limpiar la bola (quitarle el exceso de arena proveniente de los moldes de arena) por medio de un tambor, que es un cilindro hueco con un espacio de entrada y con un espacio de salida laterales, esto solo para las bolas de 40 mm hasta 90mm quedando excluida 25mm. Una vez limpia la bola a la salida de este proceso, los operadores volverán a clasificar el producto en las mismas tres categorías que habíamos explicado anteriormente, bola buena (etiqueta verde), bola para esmeril (etiqueta amarilla) y bola de rechazo (etiqueta roja) y marcando cada tambo con las etiquetas explicadas en el párrafo anterior. Esta clasificación es necesaria a la salida de este proceso para asegurar la calidad del producto, una vez limpia la bola, el operador puede visualizar de mejor manera si el producto tiene alguna falla que el equipo de acabado haya pasado por alto.

El último proceso es el de tratamiento térmico el proceso de temple es para una transformación estructural que consta de alimentar el horno e ir subiendo gradualmente la temperatura del producto. El horno consta de una cinta interna donde se va alimentando con el producto con una temperatura inicial a temperatura ambiente llevándolo hasta los 950 grados centígrados en un periodo de tres horas y treinta minutos, se mantiene a esta temperatura por un periodo mínimo de dos horas y media donde alcanza la estructura deseada de austenización (transformación de la estructura metalográfica quitándole los carburos y dejándola en una estructura de agujas, a esto se le llama metal austenitica) una vez logrando la estructura deseada, pasa a una cámara de temple, que igual es una cinta donde, se enfría por medio de aire fresco con una ligera nube refrescante haciendo que la estructura se deje conforme a las necesidades de los clientes. Lo que buscamos en el cámara de temple es congelar la estructura

deseada que se alcanzó en el horno. Ese periodo tarda alrededor de cinco minutos. Este proceso de calentamiento puede ser por medio eléctrico, o por medio de resistencias o de quemadores de gas natural.

En este proceso se busca lograr que el producto genere una mayor dureza y tenacidad, ya que, es una de las principales cualidades del producto, para esto, se necesita limpiar, por que es de crucial importancia que el producto no tenga exceso de arena para que pueda calentarse de manera adecuada y posteriormente enfriarla abruptamente para generar dureza en el producto. Se clasificará y etiquetará por última vez en bola buena (etiqueta verde), Bola Premium (etiqueta azul, solo para 80mm), bola para esmeril (etiqueta amarilla) se intenta evitar que llegue a este proceso, ya que, con el tratamiento térmico es más difícil esmerilar la bola, y bola de rechazo (etiqueta roja) esta se pudo haber fracturado por causa del proceso de tratamiento térmico.

Ya que se tienen los tambos de producto terminado, estos se traspasarán a tambos nuevos recién pintados, súper sacos o a granel dependiendo las especificaciones del cliente, cada entrega de producto se acompaña con el certificado de calidad asegurando que el pedido que se está entregando cuenta con los parámetros esperados de elementos químicos y durezas.

Principales Defectos de Calidad

Existen tres principales defectos en la línea de fabricación: rechupe, porosidades y formación de cuellos. Los operadores que identifiquen producto sobre la línea con los defectos; rechupe y porosidades, tendrán que depositar esas piezas en tambos con etiqueta roja para poder identificarlos y eliminarlos del proceso. Para las piezas que tengan formación de cuellos se podrán retrabajar reduciendo el cuello utilizando un esmeril desgastando el excedente de metal en la pieza hasta dejarlas dentro de parámetro para cada una de las medidas, estas se separarán en tambos con etiqueta amarilla, y una vez que las piezas estén dentro de parámetro se deberán regresar a la línea de fabricación en el proceso adecuado.

Se conoce el rechupe como, la depresión de la superficie o hueco que queda entre la pared de la pieza, esto es debido a la contracción del metal por solidificación y que disminuye la alimentación del metal líquido disponible en la última zona de solidificación, las causas posibles son: una radiación insuficiente del módulo de metal entre la pieza y la mazarota, otra podría ser la baja presión metalostática, alta o baja temperatura de vaciado y análisis químico inadecuado.

Otro problema que existe en la planta sería la acumulación de gas o porosidades, también conocidas como sopladuras, se presenta en forma de cavidades de gas de forma redonda, son causadas por un escape de gas en el molde inadecuado durante el vaciado, y se queda el gas atrapado en el metal, esto se presenta en la superficie de las paredes de la pieza o en el interior, las posibles causas son baja permeabilidad de la arena, baja relación de venteo con alta humedad, o una alta temperatura de vaciado de metal. Una relación inadecuada entre la

solidificación de metal en la pieza y el escape de venteo ya que, solidifica mas rápido el venteo y no permite el escape de los gases que se generan durante el llenado del molde. Cabe mencionar que los defectos por porosidad o gas atrapado son totalmente esféricos y de superficie totalmente lisa, mientras que el rechupe presenta en cavidades con formas de ramificaciones hacia el interior de la pieza.

Clasificación del Producto

En la tabla 4 se muestra cómo se clasifica la pieza dependiendo su tamaño terminando el proceso de separación. Si el producto cumple los requerimientos solicitados del cliente y está dentro de especificación se depositará en tambos con etiquetas verdes. En las piezas se presenta un defecto conocido como exceso de material o cuelluda, esto sucede cuando una pieza arranca parte del material de la pieza a la que está unida haciendo que esta quede con exceso de material y la otra pieza con arranque de material, dependiendo el tamaño del cuello o del arranque se considerará como defecto o posible retrabajo. Las piezas identificadas con defectos posibles de retrabajar se depositarán en tambos con etiquetas amarillas para poder rebajar el excedente de material utilizando esmeriles, los cuales, ayudarán a reducir ese excedente y que la pieza pueda estar dentro de especificación nuevamente y poder volver al proceso de fabricación. Las piezas que se encuentren con defectos como rechupe y fractura se separarán inmediatamente, es posible que a los operadores se les vayan piezas con estos defectos al proceso de limpieza, ya que, las piezas todavía tienen arena de desmoldeo sobre la superficie, lo cual, impide que los operadores puedan ver a detalle la sanidad de las piezas. Como se puede ver, la medida de 25 mm y 40 mm son las únicas que no se esmerilan por la complejidad del trabajo y seguridad de los colaboradores.

Los criterios para determinar si las piezas necesitan esmerilarse son: si el cuello sobrepasa los 6 mm para la bola de 90 mm, 5 mm para 80 mm, 4 mm para 70 mm, 3 mm desde 60 mm hasta 40 mm, y 2 mm para 25 mm, como se menciono anteriormente, la medida de 25 mm y 40 mm no se esmerilan.

Tabla 4

Clasificación del producto después del proceso de separación dependiendo el tamaño

Tamaño	Clasificación después de la separación	Esmerilado
25mm	Cumple (verde) o rechazo (rojo)	No
40mm	Cumple (verde), y rechazo (rojo)	No
50mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	Si
60mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	Si
70mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	Si
80mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	Si
90mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	Si

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

En la tabla 5 se menciona el tipo de clasificación que hay según el tamaño después del proceso de limpieza, como se puede observar la medida de 25 mm tiene un proceso diferente y no pasa por el tambor de limpieza, la medida de 25 mm se procesará en la rompedora. Una vez que las piezas pasan por el tambor de limpieza los operadores que se encargan de hacer la clasificación del producto podrán distiguir con mayor facilidad otro tipo de defectos como el rechupe y las piezas que presentan fracturas, estos dos defectos se clasificarán como rechazo y se depositarán en tambos con etiquetas de color rojo.

Tabla 5

Clasificación del producto después del proceso de limpieza dependiendo el tamaño

Tamaño	Clasificación después de la limpieza	Limpieza en tambor
25mm	N/A	Si
40mm	Cumple (verde) y Rechazo (rojo)	Si
50mm	Cumple (verde), Esmeril (amarillo) y Rechazo (rojo)	Si
60mm	Cumple (verde), Esmeril (amarillo) y Rechazo (rojo)	Si
70mm	Cumple (verde), Esmeril (amarillo) y Rechazo (rojo)	Si
80mm	Cumple (verde), Esmeril (amarillo) y Rechazo (rojo)	Si
90mm	Cumple (verde), Esmeril (amarillo) y Rechazo (rojo)	Si

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

En la tabla 6 se explica el tipo de clasificación que tiene cada una de las medidas al terminar el proceso de tratamiento térmico, como se puede observar la medida de 25 mm y 40 mm son las únicas que se clasificarán como producto que cumple los requerimientos o como rechazo y la bola de 80 mm es la única se clasifica en categoría de Premium (etiqueta azul), esto es por que algunos clientes son más exigentes en esa medida en específica y es por eso que se separa. En el proceso de tratamiento térmico es posible que presentemos fracturas en las piezas, estas piezas fracturadas se generarán dentro del proceso cuando se presenta alguna falla en el funcionamiento de la máquina.

Tabla 6

Clasificación del producto después del proceso de tratamiento térmico dependiendo el tamaño

Tamaño	Clasificación después de tratamiento térmico	Escala de dureza
25mm	Cumple (verde) y rechazo (rojo)	58/64RC
40mm	Cumple (verde) y rechazo (rojo)	58/64RC
50mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	56/62RC
60mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	56/62RC
70mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	56/62RC
80mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo), premium (azul) y rechazo (rojo)	56/62RC
90mm	Cumple (verde), esmeril (amarillo) y rechazo (rojo)	56/62RC

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

Aspecto Físico del Producto en Cada Uno de los Procesos

En la tabla 7 se anexaron fotos con la transformación de la apariencia física del producto antes o después de cada uno de los procesos.

Tabla 7

Apariencia física del producto durante el proceso de fabricación

Proceso	Imagen del producto	Nota
Bola para troquel		El producto se encuentra unido en pares o mancuernas (80mm y 90mm)
Bola para tambor		El producto se encuentra separado, cada pieza esta unitaria.
Bola para tratamiento térmico		El producto se encuentra libre de exceso de arena.
Producto terminado		Al pasar por el horno de tratamiento térmico, la apariencia de la bola cambia.

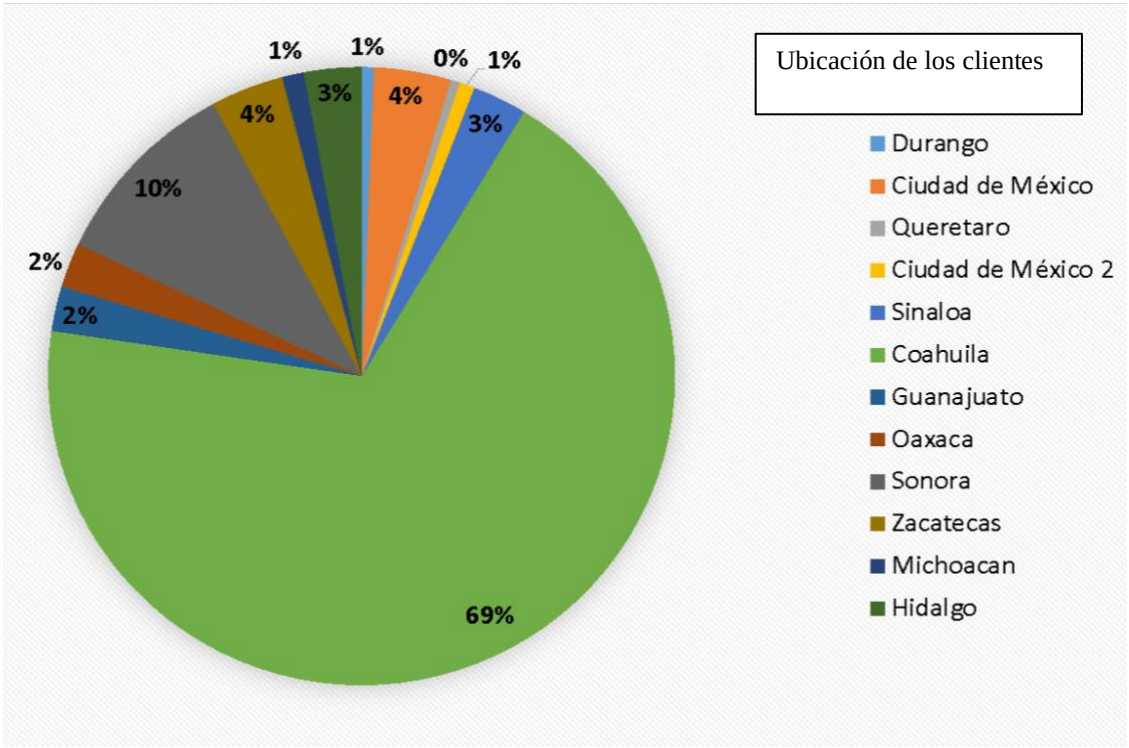
Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

Clientes

Por cuestiones de confidencialidad de la empresa y sus clientes, no se puede mencionar el nombre de las empresas a las que se les comercializa el producto, por lo que solo se hará mención del estado donde se encuentra cada una de ellas, de cualquier forma, se muestra el porcentaje de ventas destinado a cada uno de ellos. Los principales Clientes de la empresa donde se desarrolló el proyecto pertenecen a la industria minera representando mas del 95 por ciento de sus ventas y el resto a la industria cementera en el año 2019, como se observa en la figura 3, el cliente ubicado en Coahuila representa el 69 por ciento de las ventas totales seguido del cliente ubicado en Sonora con el diez por ciento de las ventas totales.

Figura 3

Acumulado de ventas 2019



Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2019).

Equipos de Trabajo

La empresa esta conformada por cuatro departamentos en el área productiva

1. Producción, encargada de recibir la materia prima, fundir la materia prima, vaciarla en los moldes de arena, separar el producto de la merma, transportarlo a un espacio de almacenamiento, limpiar la bola con los tambores, procesarla por tratamiento térmico. Turnos de 12 horas cambiando guardia a las 7:00 am y 7:00 pm, trabajan de sábado a jueves.

2. Control de calidad, encargada de verificar que la materia prima tiene las características necesarias, realizar pruebas con el espectrómetro para verificar que cuando el producto se está fundiendo cuente con los porcentajes de cada uno de los elementos químicos que conforma el producto, asegurarse que la arena tiene las propiedades ideales para los moldes, verificar que el producto esté dentro de los parámetros aceptables por la empresa durante todo el proceso de fabricación, asegurar la dureza del material, y emitir certificados de calidad que serán entregados a los clientes turnos de 12 horas cambiando guardia a las 7:00 am y 7:00 pm trabajan toda la semana.

3. Acabado, encargados de separar las bolas que vienen unidas una a la otra, y esmerilar las bolas que lo requieran. Horarios de 8:00 am a 6:00 pm de lunes a viernes y sábados de 8:00 am a 1:00 pm

4. Embarques, encargados de embarcar el producto que será entregado a los clientes, y el rompimiento de las bolas de 25 mm utilizando la rompedora. Horarios de 8:00 am a 7:00 pm de lunes a viernes y sábados de 8:00 am a 1:00 pm

Y tres departamentos en el área de mantenimiento

1. Mantenimiento mecánico
2. Mantenimiento eléctrico
3. Proyectos, encargado de realizar proyectos de mejora dentro de la empresa, al igual que la fabricación de piezas de desgaste

Áreas de Trabajo

En la tabla 8 se observa el tamaño expresado en metros cuadrados de cada una de las áreas de trabajo de la empresa y cuáles departamentos trabajan en cada una de las áreas.

Tabla 8

Dimensiones de las áreas de trabajo

Área de trabajo	Metros cuadrados y Departamentos involucrados
Rodillos	777 m2
	Mantenimiento Mecánico
Almacén de Insumos	344 m2
	Producción
Taller	76 m2
	Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico
Almacén	24 m2
	Mantenimiento
Embarques	700 m2
	Producción, Embarques y Control de Calidad
Fusión	860 m2
	Producción y Control de Calidad
Arenería	516 m2
	Producción y Control de Calidad
Moldeo	1221 m2
	Producción y Control de Calidad
Tratamiento Térmico	1083 m2
	Producción, Embarques y Control de Calidad
Acabado	1720 m2
	Acabado y Control de Calidad

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Mantenimiento. (2020)

Producto

Cuerpos Moledores

También conocidos como bolas de acero, bolas de alto cromo, o bolas para molienda se conocen como aquel cuerpo esférico de alta masa y alta resistencia a la abrasión, el cual tiene forma geométrica definida (esférica), cuyo propósito es usar la energía potencial cuyo impacto será entre la tangente de cada cuerpo la cual aplicará un esfuerzo provocando que el material ceda a la fractura.

En la figura 4 podemos ver de lado izquierdo la impresión del modelo en los moldes de arena y de lado derecho la zona de embarques.

Figura 4

Impresión de modelo y zona de embarques

Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Producción (2020).

Características

Sus principales características están determinadas por sus propiedades mecánicas como lo son:

1. Alta resistencia a la abrasión.
2. Resistencia a impactos cíclicos
3. Alta dureza
4. Estabilidad química
5. Alta densidad
6. Homogeneidad estructural.

Los autores Gresesqui et al.(2016) mencionan las características que debe tener el producto, los cuerpos moledores, son producidos de dos procesos de fabricación diferentes, ya sea, fundido o forjado. Formados a partir de aleaciones de hierro-carbono, los cuerpos moledores están formados por tres principales componentes en su microestructura, la austenita, la ferrita y cementita, cada uno de estos componentes tienen características singulares, al momento de adicionar otros elementos y aumentar la temperatura del cuerpo moledor con escenarios controlados, y enfriar abruptamente la temperatura, mejoramos sus propiedades mecánicas.

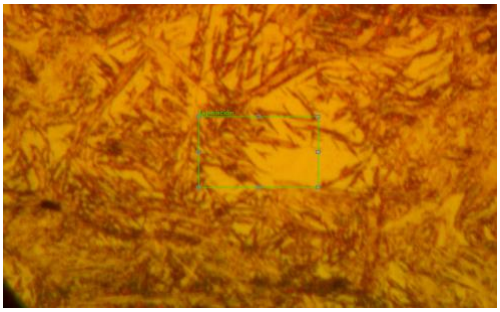
El producto es fundido y no forjado, fundido en hornos de inducción, con alto porcentaje de cromo, moldeados por moldeo con moldes de arena, y finalmente con un tratamiento térmico alcanzando temperatura de 950 grados centígrados para poder alcanzar su transformación a nivel microestructural con altas concentraciones de austenita.

Bola (Forja)

En la Figura 5 podemos apreciar una alta presencia de fase martencítica característica de enfriamientos rápidos de aceros, no de hierros aliados, nos da zonas de segregación de fases más heterogéneas.

Figura 5

Metalografía bola forjada



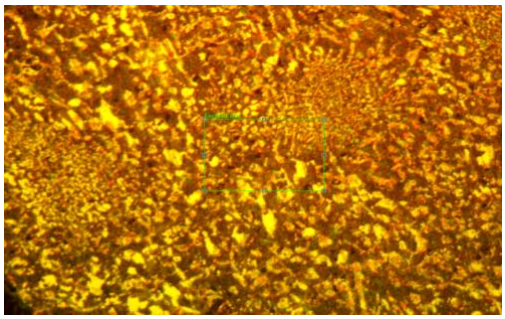
Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Calidad.

Bola (Alto cromo)

En la Figura 6 se muestra una metalografía donde se observan los carburos de cromo y molibdeno, los cuales se agrupan en forma de rosetas con una orientación al azar, lo cual nos da zonas de segregación de fases más homogénea.

Figura 6

Metalografía bola alto cromo



Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Calidad.

Características de los Cuerpos Moledores en el Molino

Proceso de Molienda.

La molienda es una operación que permite la reducción del tamaño de la materia hasta tener una granulometría final deseada, mediante los diversos aparatos que trabajan por choques, aplastamiento o desgaste. En esta operación de molienda, es donde se realiza la verdadera liberación de los minerales valiosos y se encuentra en condiciones de ser separados de sus acompañantes.

Etapas:

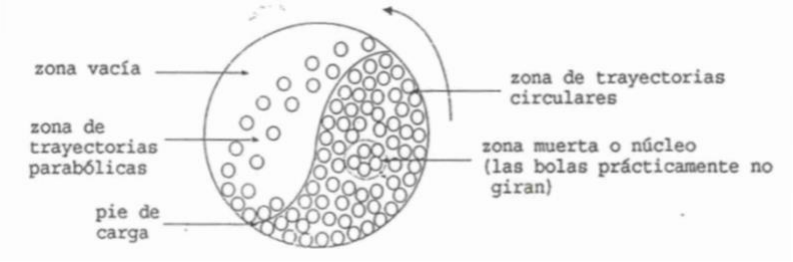
1. Carga: el mineral es alimentado a través de una banda, cuando el mineral llega al tamaño de grano deseado, el material es filtrado a través de mallas o cribas (el tamaño cambiará dependiendo las necesidades y tipo de molino), se agrega agua en el proceso (molienda en húmedo).

2. Una vez dentro del molino el material será impactado y fracturado, gracias al efecto de choque provocado por el movimiento rotativo del molino.

3. En la figura 7 se explica el efecto dentro del molino al que se somete el material intentando generar el máximo de impactos posibles para poder acelerar la reducción del mineral, hasta llegar al tamaño de grano deseado.

Figura 7

Efecto del molino



Nota. La figura muestra el efecto dentro del molino. Andrea (2014, p. 4)

4. Posteriormente el material saldrá en forma de polvo o pulpa el cual será clasificado a través de ciclones, donde: el material fino pasará al siguiente paso del proceso y los gruesos serán reintegrados al molino, hasta llegar al tamaño deseado (carga circulante).

Gresesqui, et al. (2016) describen que la carga de los cuerpos moledores en un molino se realiza simultáneamente con múltiples tamaños y propiedades de materiales que se acomodan en las distintas cámaras internas de los molinos. Depende de la etapa en el proceso de molienda, los cuerpos moledores deben ser capaces de resistir los fuertes desgastes generados por el golpeteo que sufren una contra la otra, también deben resistir el desgaste que es provocado por los contantes golpes propiciados entre los cuerpos moledores y las placas de blindaje (interior del molino), el desgaste que causa los materiales a moler, es decir el mineral y la misma corrosión del proceso.

Bola para Molienda Húmeda

En la Tabla 9 podemos ver la composición química del producto producido para la molienda húmeda. El proceso de molienda húmeda es más utilizado por las minas, que conforman la mayor parte de los clientes de la organización.

Tabla 9

Composición química y dureza por tamaño para molienda húmeda

Diámetro	Cromo	Carbono	Manganeso	Silicio	Molibdeno %	Dureza
25mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
40mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
50mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
60mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
70mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
80mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC
90mm	15/16%	3/3.3%	0.8/1.2%	0.01/0.05%	0.1/0.15%	59/61RC

Nota. Tabla proporcionada por el Departamento de Calidad.

Bola para Molienda Seca

En la tabla 10 se expone la composición química y durezas de los diversos tamaños con los que cuenta la empresa para la venta pensados para molienda seca. La molienda seca es más utilizada por las cementeras.

Tabla 10

Composición química y dureza por tamaño para molienda seca

Diámetro	Cromo	Carbono	Manganeso	Silicio	Molibdeno %	Dureza
25mm	15/16%	2.7/2.9%	1.7/1.9%	0.5/0.8%	.3/.4	57/61RC
40mm	15/16%	2.3/2.6%	1.5/1.8%	0.5/0.8%	.4/.5	55/59RC
50mm	15/16%	2.3/2.6%	1.5/1.8%	0.5/0.8%	.4/.5	55/59RC
60mm	15/16%	1.9/2.2%	1.2/1.5%	0.5/0.8%	.5/.6	55/58RC
70mm	15/16%	1.9/2.2%	1.2/1.5%	0.5/0.8%	.5/.6	55/58RC
80mm	15/16%	1.9/2.2%	1.2/1.5%	0.5/0.8%	.6/.7	55/58RC
90mm	15/16%	1.9/2.2%	1.2/1.5%	0.5/0.8%	.6/.7	55/58RC

Nota. Tabla proporcionada por el Departamento de Calidad.

La empresa produce los cuerpos moledores con alto índice de cromo con mejor rendimiento en el país, se agregan tres tablas explicando la diferencia en rendimiento dependiendo el mineral que se extrae y dos figuras con dos estudios de rendimiento realizadas en diferentes minas.

En la tabla 11 se representa la comparación en rendimiento del producto y relación de costo-beneficio cuando la mina trabaja en su mayoría mineral blando (dureza) de los diferentes fabricantes del país, donde se representa que la empresa del estudio tiene el menor consumo unitario de kilogramos sobre tonelada métrica seca con 0.39 comparado con su competidor más cercano con 0.40. Esto se mide pesando el mineral cuando es extraído de la mina, comparado con su peso sin humedad.

Tabla 11

Rendimiento en mineral blando (dureza)

Mineral blando (dureza)							
			Precio anterior	**Precio actual**	**Aumento**	**Consumo unitario**	**Costo unitario**
Ubicación de Proveedor	**Bola forjada**	**Bola alto cromo**	**USD/Ton**	**USD/Ton**	**%**	**Kg/TMS**	**USD/TMS**
Ciudad de México	X		725	801.38	10.53	0.42	0.34
Jalisco	X		801	922.07	15.11	0.40	0.37
Nuevo León 1	X		815	888.91	9.06	0.41	0.36
Nuevo León 2		X	1330	1330	0	0.00	0.00
CHALCO, Edo. Mex.		X	1450	1330	-8.27	0.39	0.52
Chihuahua	X		815	940	15.33	0.45	0.42
Chihuahua		X	1290	1350	4.65	0.44	0.59

Nota. Datos proporcionados por el Gerente Comercial (2019).

En la tabla 12 se compara el rendimiento cuando la mina trabaja en su mayoría mineral medio, donde las propiedades de bola de alto cromo empiezan a sobresalir, creando aun más diferencia en el consumo unitario, de 0.62 al igual que el fabricante más importante a nivel mundial, a 0.67 contra el competidor más cercano. Cuando las minas trabajan mineral medio (dureza), les conviene más consumir bola de alto cromo, ya que, la bola forjada tiene un consumo unitario más alto, siendo menor el consumo que necesitan de kilogramos de producto sobre tonelada métrica seca.

Tabla 12

Rendimiento en mineral medio (dureza)

Mineral medio (dureza)							
			Precio anterior	**Precio actual**	**Aumento**	**Consumo unitario**	**Costo unitario**
Ubicación de Proveedor	**Bola forjada**	**Bola alto cromo**	**USD/Ton**	**USD/Ton**	**%**	**Kg/TMS**	**USD/TMS**
Ciudad de México	X		725	801.38	10.53	0.80	0.64
Jalisco	X		801	922.07	15.11	0.80	0.74
Nuevo León 1	X		815	888.91	9.06	0.83	0.74
Nuevo León 2		X	1330	1330	0	0.62	0.82
CHALCO, Edo. Mex.		X	1450	1330	-8.27	0.62	0.82
Chihuahua	X		815	940	15.33	0.85	0.80
Chihuahua		X	1290	1350	4.65	0.67	0.90

Nota. Datos proporcionados por el Gerente Comercial (2019).

En la tabla 13 se compara el rendimiento cuando la mina trabaja en su mayoría mineral duro (dureza), en este escenario, es donde la empresa y el producto se vuelven más competitivos. Con un consumo unitario de 0.90 la bola de alto cromo, contra 1.50 la bola forjada.

Tabla 13

Rendimiento en mineral duro (dureza)

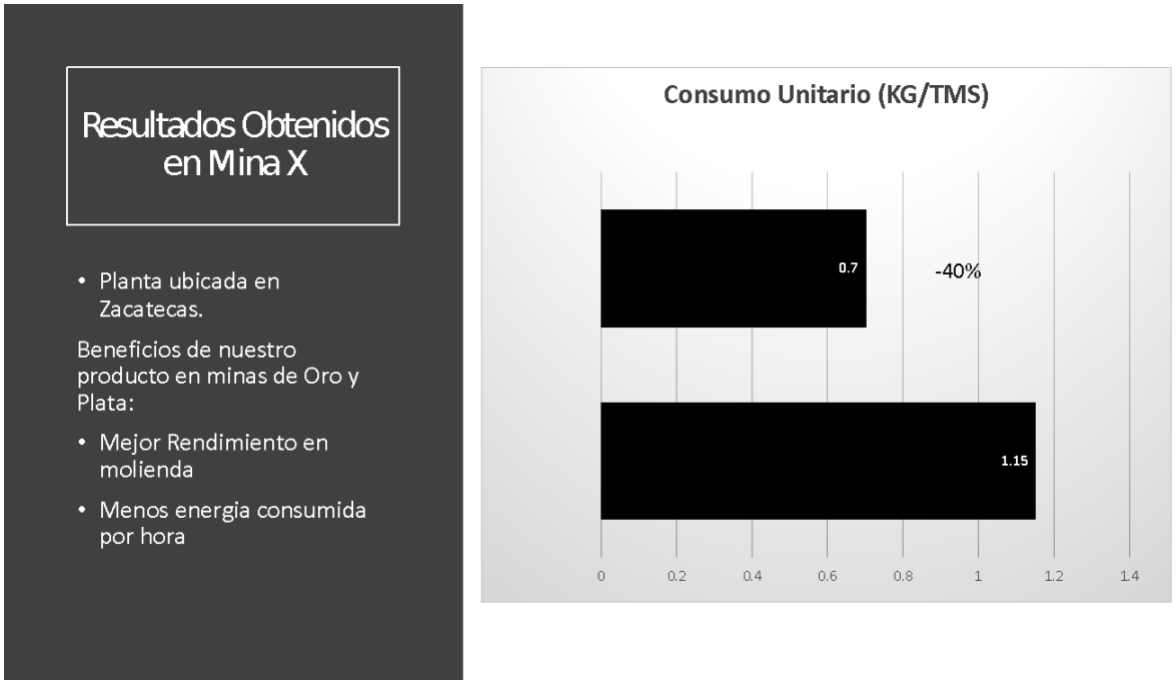
Mineral duro (dureza)							
			Precio anterior	**Precio actual**	**Aumento**	**Consumo unitario**	**Costo unitario**
Ubicación de Proveedor	**Bola forjada**	**Bola alto cromo**	**USD/Ton**	**USD/Ton**	**%**	**Kg/TMS**	**USD/TMS**
Ciudad de México	X		725	801.38	10.53	1.50	1.20
Jalisco	X		801	922.07	15.11	1.50	1.38
Nuevo León 1	X		815	888.91	9.06	1.50	1.33
Nuevo León 2		X	1330	1330	0	0.90	1.20
Chalco, Edo. Mex.		X	1450	1330	-8.27	0.90	1.20
Chihuahua	X		815	940	15.33	1.70	1.60
Chihuahua		X	1290	1350	4.65	1.20	1.62

Nota. Datos proporcionados por el Gerente Comercial (2019).

Por temas de confidencialidad los próximos ejemplos de eficiencia del producto en minas de clientes solo se podrán manejar como Mina X y Mina Y. En la figura 8 se compara el consumo unitario de la bola producida por la empresa contra un competidor que produce bola forjada en la Mina X. En la figura se analiza el kilogramo de producto sobre la tonelada métrica seca. En la Mina X ubicada en Zacatecas se extrae un mineral con combinación de medio y duro.

Figura 8

Consumo unitario mina "X"

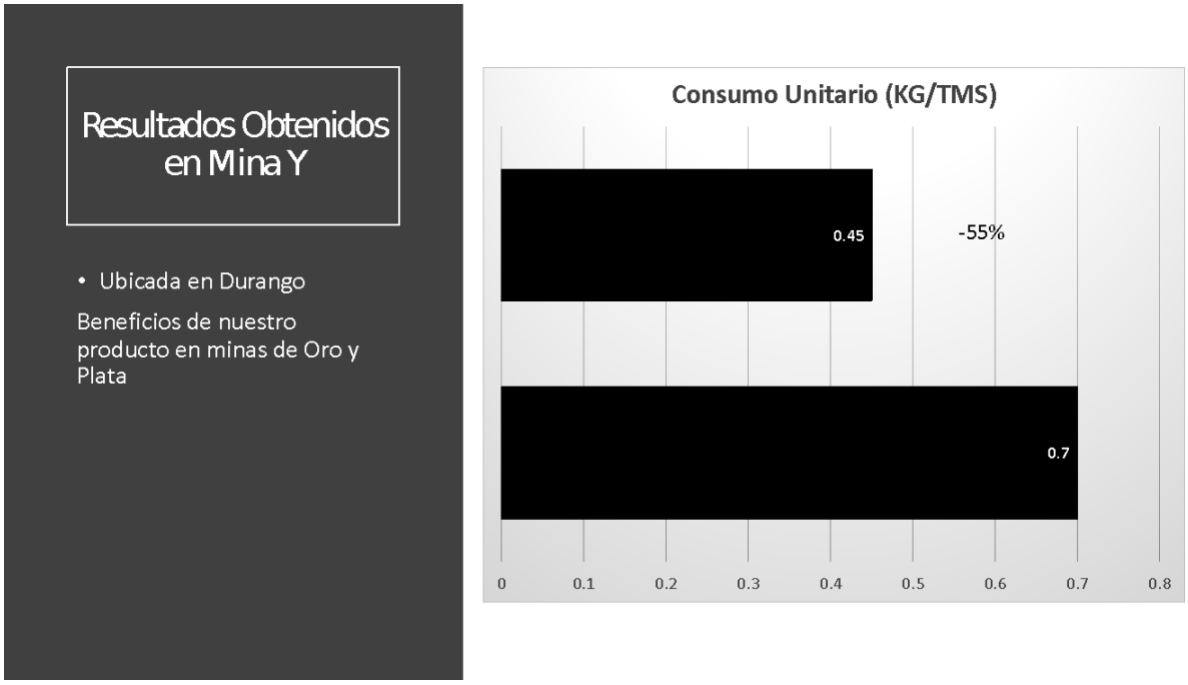


Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2019).

En la Figura 9 se compara el consumo unitario en la Mina Y demostrando que el producto fabricado por la empresa estudiada tiene un menor consumo unitario contra la bola forjada. En la Mina Y ubicada en Durango también se extrae un mineral con combinación de dureza entre media y dura.

Figura 9

Consumo unitario Mina "Y"



Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2019).

Ventajas del producto

En la figura 10 se explican algunas de las ventajas del producto, tales como, la disminución de consumo unitario con respecto a la bola forjada y una mayor molienda en la mayoría de las plantas probadas entre un tres y un cinco por ciento de mejora.

Figura 10

Ventajas de la bola de alto cromo vs bola forjada

Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2019).

Tamaños y Características

Los diámetros que fabrica la empresa son: 25mm, 40mm, 50mm, 60mm, 70mm, 80mm y 90mm. Tanto para molienda en seco como para molienda húmeda. En la figura 11 podemos observar de lado izquierdo un tambo lleno de producto terminado de 90mm y a la derecha un lote listo para embarcar de 80 mm.

Figura 11

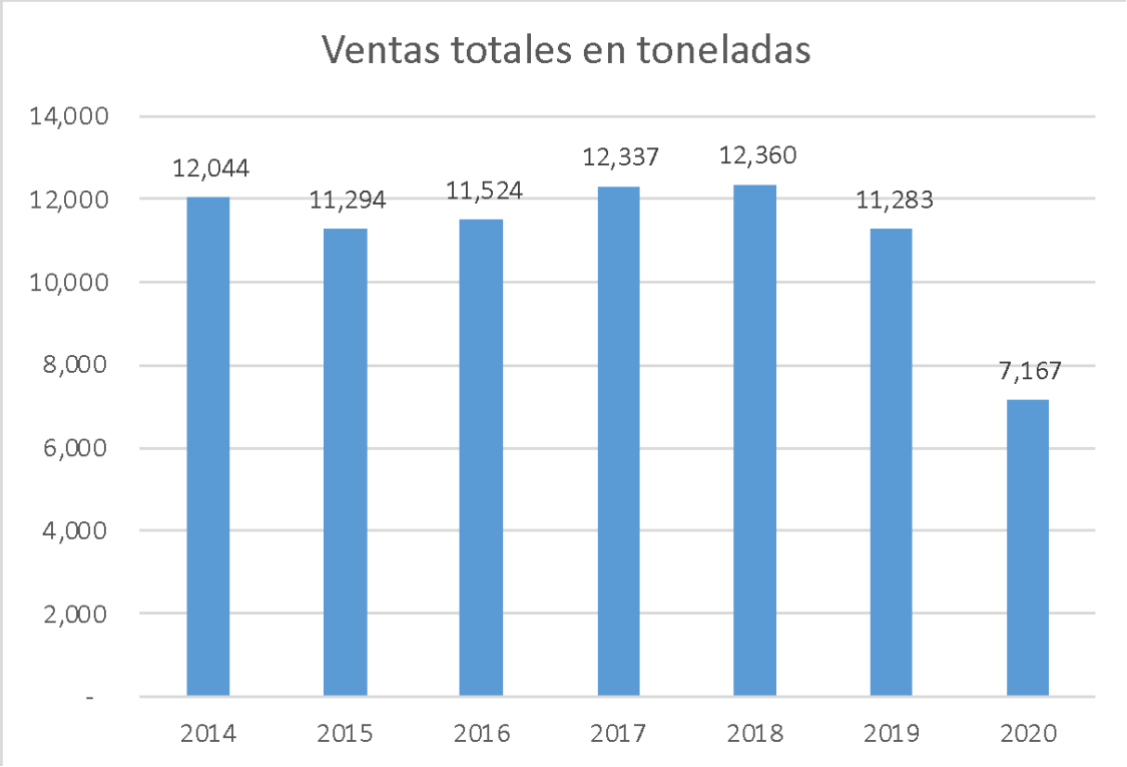
Bola de 90mm y embarque de 80mm

Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Producción (2020).

En la Figura 12 podemos observar la cantidad de toneladas vendidas totales por la empresa desde el año 2014 hasta el año 2020. Como podemos observar el año 2020 es el más bajo de todos con tan solo 7,167 toneladas comparada con el año 2015 que se tenía la próxima cifra más baja con 11,294 toneladas.

Figura 12

Toneladas producidas en los últimos años

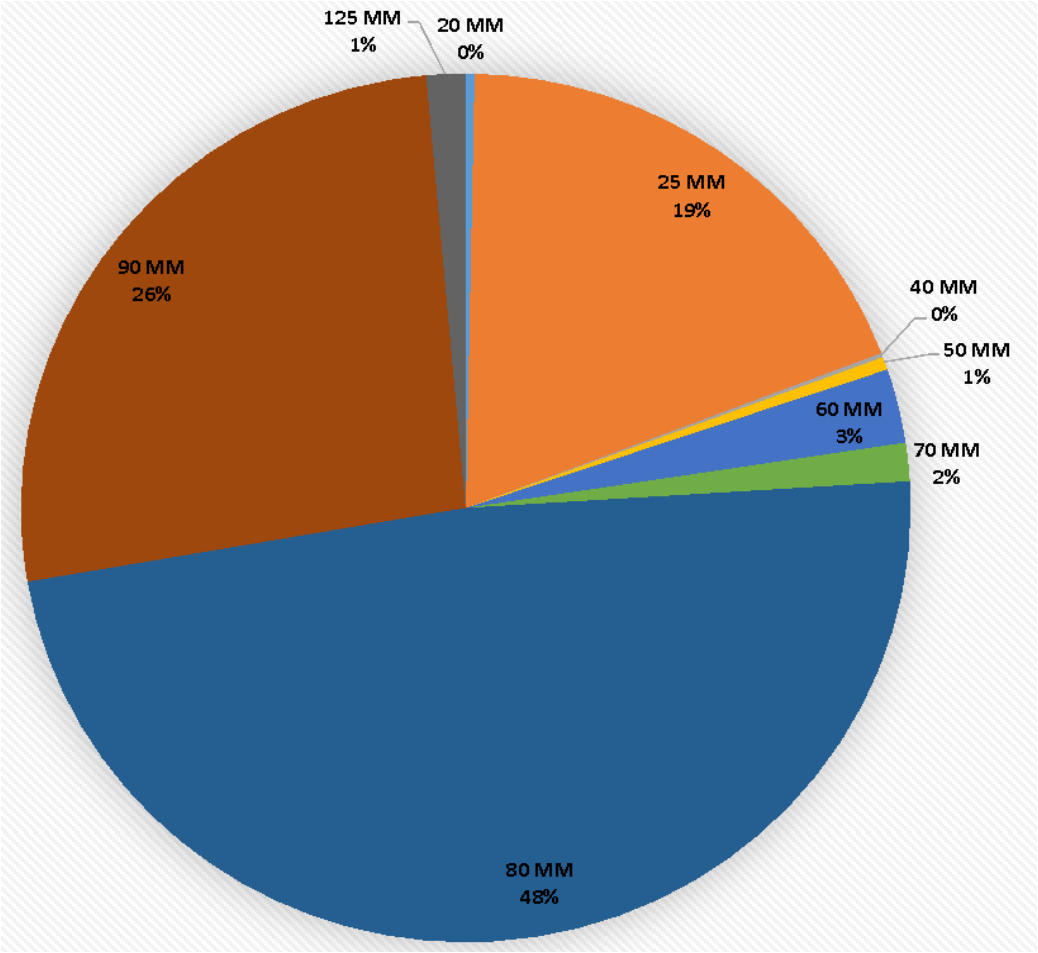


Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2020).

En la figura 13 podemos observar que los tamaños que se produjeron en el año 2019 fueron las medidas de 80 mm (48%), 90 mm (26%) y 25 mm (19%), estas tres medidas acumularon el 93% del total de fabricación de la empresa.

Figura 13

Porcentaje de producción por tamaño año 2019



Nota. Imagen proporcionada por el Gerente Comercial (2019).

Certificado de Calidad

Todos los embarques son acompañados de un certificado de calidad que informa del análisis químico y las durezas, en la Figura 14 y 15, se puede ver una copia de los certificados de calidad que se dan a los clientes, donde se expresa la composición química del producto que se embarca y las durezas registradas del muestreo del lote.

Figura 14

Certificado de Calidad página 1

01 – ABRIL – 2020

Certificado de Calidad

Informamos a ustedes los resultados del análisis químico efectuado a una muestra representativa del lote de 25 tons de bola 3" Ø embarcada a ustedes con la Remisión No.616 Correspondiente a su pedido 4501642658.

Análisis Químico

% C	% Cr	% Mn	% Si	% P	% S	Dureza Rc
3.06	15.385	0.97	0.70	0.034	0.018	62.0
3.06	15.554	1.03	0.71	0.033	0.016	61.0
3.01	15.646	1.01	0.74	0.030	0.014	61.0

Reviso:

Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Calidad (2019).

En la figura 15, podemos observar las diversas muestras que se realizan dentro de cada embarque asegurando que la composición química se encuentre dentro de los parámetros solicitados por los clientes.

Figura 15

Certificado de calidad página 2

Lotes Correspondientes a la Remisión No. 616

Este embarque está comprendido en el lote de fabricación de 82.0 toneladas de Bola de 3" Ø, que corresponden las siguientes muestras obtenidas durante el proceso de fabricación.

Cr	C	Mn	Si	P	S
15.49	3.14	0.89	0.72	0.036	0.020
15.56	3.16	0.92	0.69	0.032	0.017
15.51	3.11	0.89	0.72	0.037	0.022
15.53	3.05	1.02	0.72	0.033	0.018
15.62	3.02	1.02	0.72	0.030	0.016
15.89	3.19	1.01	0.75	0.032	0.015
15.68	3.11	1.01	0.73	0.031	0.015
15.58	3.03	0.94	0.72	0.031	0.015
15.78	3.11	0.96	0.71	0.031	0.016
15.48	3.06	0.98	0.73	0.035	0.016
15.27	3.03	0.91	0.69	0.031	0.017
15.51	3.14	0.94	0.70	0.037	0.017
15.34	3.05	0.86	0.73	0.030	0.015
15.46	3.09	0.91	0.70	0.033	0.015
15.74	3.11	0.77	0.70	0.046	0.025
15.46	3.05	0.85	0.75	0.032	0.015
15.26	3.26	1.00	0.67	0.033	0.013
15.23	3.06	0.96	0.73	0.040	0.027
15.41	3.17	0.93	0.75	0.035	0.018
15.78	3.23	0.93	0.74	0.037	0.015
15.39	3.05	0.95	0.70	0.033	0.016
15.39	3.06	0.95	0.72	0.037	0.019
15.37	3.19	0.96	0.74	0.038	0.017
15.36	3.04	0.95	0.70	0.034	0.015
15.49	3.04	0.92	0.69	0.033	0.017
15.52	3.09	0.97	0.74	0.032	0.017
15.56	3.03	0.90	0.73	0.036	0.019

Revisó:

Nota. Imagen proporcionada por el Departamento de Calidad (2019).

Descripción de la Problemática

Capacidad y Restricciones de Producción por Área

En la tabla 14 se muestra la capacidad de producción diaria por área y la producción actual, como se puede observar, el área de fusión es el proceso que tiene mayor capacidad dentro de todo el proceso de producción, esto causa cuellos de botella en el proceso productivo. La mayor parte del tiempo se trabaja solo con el horno de tratamiento térmico 1 prendido, este horno es de gas natural.

El Horno de inducción 1 del departamento de Fusión está conectado sobre la misma línea de consumo de CFE que el Horno de Tratamiento Térmico 2 y está limitado a 1300 KW, ya que, esta es la demanda que se tiene contratada. Es por eso por lo que la planta trabaja la mayoría de las veces utilizando un solo horno de Tratamiento Térmico 1 provocando que el cuello de botella del proceso productivo sea en el proceso de Tratamiento Térmico con tan solo 23 a 25 tambos de producto terminado al día, haciendo que se acumulen los tambos para este proceso. Debemos considerar que un tambo tiene un volumen de 200 litros y puede llegar a pesar en promedio; 780 kilogramos en la medida de 90 mm, 800 kilogramos en la medida de 80 mm, y hasta 850 kilogramos en la medida de 25 mm.

Tabla 14

Capacidad de producción diaria por área vs producción actual

Área	Capacidad de producción (por día)	Producción actual (por día)
Fusión	90 a 100 tambos	40 a 70 tambos
Acabado	55 a 65 tambos	55 a 65 tambos
Tambor/Limpieza	70 a 80 tambos	26 a 40 tambos
Tratamiento Térmico (1 horno prendido)	23 a 25 tambos	23 a 25 tambos
Tratamiento Térmico (2 hornos prendidos)	43 a 50 tambos	43 a 50 tambos

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción. (2020)

Proceso de almacenaje del producto en proceso después del proceso automatizado

Paso Número 1: Recolección y Acomodo del Producto en Proceso al Terminar el Proceso Automatizado

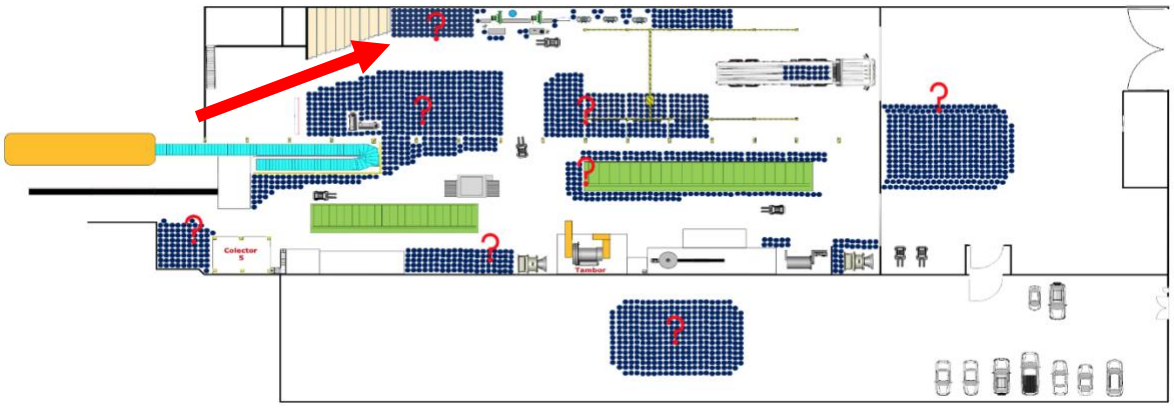
Terminando el proceso automatizado, los obreros separan el producto en proceso, el retorno y la arena. El producto es recolectado en tambos los cuales se transportarán uno a uno de los espacios disponibles dentro de la empresa, donde esperará el tambo un tiempo indeterminado hasta continuar con su separación.

En la figura 16, podemos ver una representación de las instalaciones de la planta de la empresa, con una flecha roja que va del lado izquierdo de la figura a lado derecho, representando el flujo

de salida de material en proceso, en el principio de la flecha se muestra el inicio de la ruta de un operador de la banda 17ª y se expresa con signos de interrogación la duda de los operadores al no saber donde colocar los tambos y el desconocimiento de qué tipo de producto se ubicaba en las áreas, también podemos observar cómo las áreas están llenas de tambos con producto.

Figura 16

Plano de la empresa con ruta del operador de la banda 17a



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Paso Número 2: Separación del Producto y Distribución de Almacenamiento

La empresa cuenta con dos troqueles para poder realizar este proceso, los tambos son transportados en montacargas a algún espacio libre indefinido para almacenar el contenedor con producto, de ahí lo volverá a tomar un montacargas para tumbarlo sobre una mesa donde los obreros recogerán par por par para introducirlas en una rampa con inclinación descendente que termina en la pieza perteneciente al troquel que tiene como función impactar en el cuello (parte que une a las bolas) para así poder separar una de la otra.

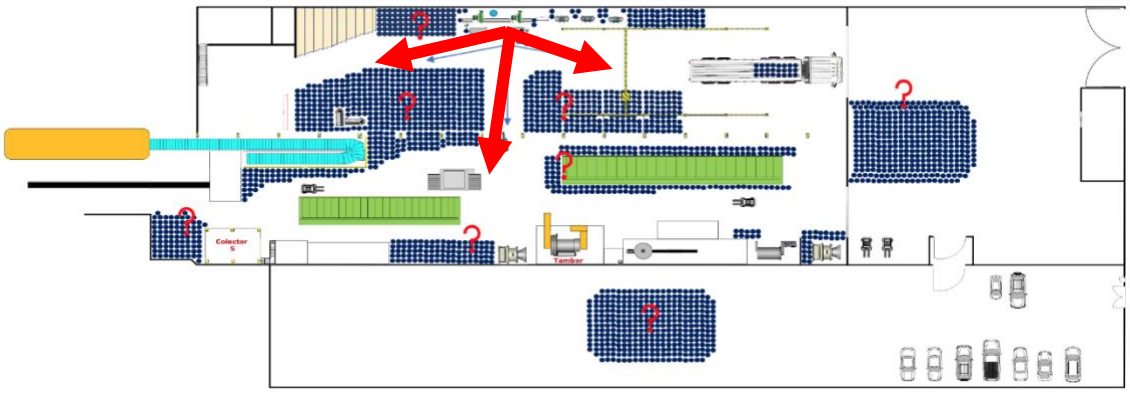
Para las piezas que vienen en grupos de tres (60mm, 50mm, 40mm) se utilizará martillo y cincel, donde se tumbará el tambo en la misma mesa donde se recolectan las bolas pares, pero en este proceso los obreros separarán los cuerpos moledores uno del otro usando un martillo y un cincel. Los cuerpos moledores con medida de 25 mm se separarán utilizando la rompedora de bolas, que solo se usa para bolas pequeñas.

Una vez que el tambo está separado y clasificado en tambo con producto bueno (etiqueta verde), se transportará a uno de los espacios disponibles dentro de la empresa, donde esperará un tiempo indeterminado hasta continuar con su limpieza.

En la figura 17 se muestra la ubicación del área de troqueles en el punto donde se juntan todas las flechas rojas, también se muestran las posibles rutas que el operador de troqueles haría para recibir el tambo o entregarlo en las posibles áreas para almacenar los tambos.

Figura 17

Plano de la empresa con la ruta del operador de troqueles



Fuente: Elaboración propia. (2020)

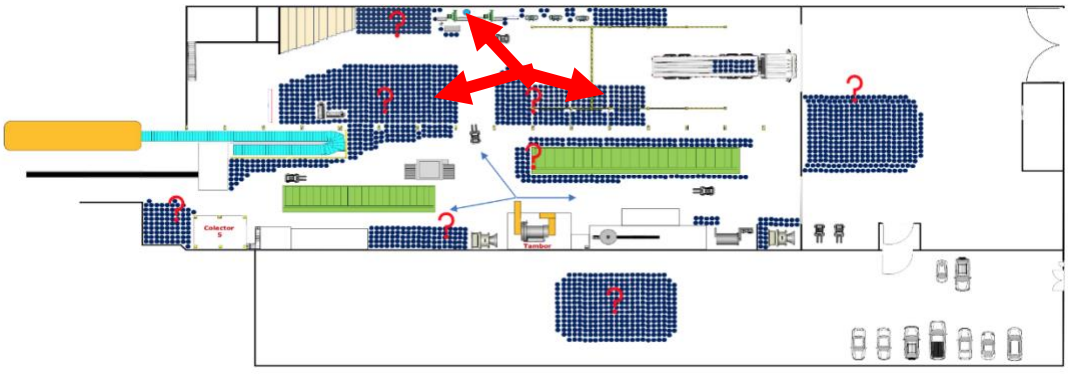
Paso Número 3: Limpieza del Producto y Distribución de Almacenamiento

El producto será procesado a través de un tambor rotatorio encargado de eliminar el exceso de arena pegado al producto, a la salida de este proceso el producto se clasificará en tambos con producto bueno y rechazo. Los tambos con etiqueta verde seguirán en el proceso y se almacenarán en un espacio disponible dentro de la empresa, donde esperarán nuevamente un tiempo indeterminado hasta que pasen por el último proceso de fabricación llamado tratamiento térmico.

En la figura 18 se muestra la ubicación del proceso de tambor y se expresa con flechas rojas las posibles rutas que podría hacer el operador para recibir o entregar los tambos con producto.

Figura 18

Plano de la empresa con la ruta del operador de tambor



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Paso Número 4: Tratamiento Térmico y Distribución de Almacenamiento

Los tambos de producto limpio serán recogidos de donde se hayan almacenado y serán introducidos en el horno de tratamiento para finalizar con su proceso de fabricación. Se recolectará una muestra para poder realizar pruebas de dureza a algunas de las piezas, con el fin de asegurar las especificaciones requeridas por el Cliente. Las piezas serán recogidas a la salida del horno para después ser transportadas a uno de los espacios disponibles dentro de la empresa para después ser embarcados.

En la figura 19 se muestra el punto de donde salen los tambos con producto terminado a la salida del horno de tratamiento térmico, este es el último proceso, después de este el producto ya esta listo para ser embarcado, se representan con flechas rojas, los posibles caminos que el operador pueda tomar.

Figura 19

Plano de la empresa con la ruta del operador de Tratamiento Térmico

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Como podemos observar, el proceso productivo de la empresa no es lineal, lo que complica las maniobras y movimientos del producto dentro de las instalaciones de la empresa. Esto se debe a que la empresa fue creciendo poco a poco a través de los años y no se contempló que fueran a crecer tanto. Se observó que los operadores acomodaban el producto donde les quedara más cómodo dependiendo la circunstancia del momento, y no se pensaba en acercar el producto para facilitar el siguiente proceso.

A continuación, podemos observar la cantidad de equipos móviles con los que cuenta la empresa para movilizar el producto dentro de las instalaciones entre cada uno de los procesos. En la tabla 15 se muestran todos los equipos móviles y en qué centro de trabajo están asignados, el proyecto se centrará en las actividades de la banda 17ª, acabado, hornos de tratamiento térmico y embarques, siendo las unidades número: 3, 6, 7, 8 y 9.

Tabla 15

Montacargas de la empresa del estudio

No	Nombre	Capacidad kg	Área de trabajo
1	Toyota	2000	Hornos Inductos
2	Toyota	2000	Hornos Inductos
3	Toyota	2000	Banda 17ª
4	Hyster	4000	Proyectos
5	Yale	6000	Proyectos
6	Toyota	2000	Acabado
7	Mitsubishi	2000	Hornos de Tratamiento Térmico
8	Caterpilar	3000	Embarques
9	Caterpilar	3000	Embarques

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Mantenimiento (2020)

Los Directivos de la organización han establecido el objetivo de producir 280 toneladas a la semana, alrededor de 350 tambos, para poder cubrir con la demanda de sus clientes. En la tabla 16 se muestra la producción de la semana diez a la semana 27 del año 2019. Como se muestra en la tabla el promedio de producción de esas semanas es de 194 toneladas a la semana, alrededor de 776 toneladas al mes. En el Anexo B se agrega el reporte de producción de la semana 10 del año 2019 para fines ilustrativos (ver anexo B).

Tabla 16

Producción de semana 10 a semana 27 del año 2019 en toneladas

Número de semana	Toneladas producidas
Semana 10	266.76
Semana 11	229.57
Semana 12	279.7
Semana 13	213.39
Semana 14	252.05
Semana 15	241.49
Semana 16	273.07
Semana 17	240.84
Semana 18	263.38
Semana 19	171.78
Semana 20	231.55
Semana 21	203.69
Semana 22	164.94
Semana 23	112.57
Semana 24	97.32
Semana 25	91.12
Semana 26	67.58
Semana 27	105.62
Promedio	194.801111

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción (2020)

Los Directivos de la empresa también han establecido el objetivo de contar con un inventario de por lo menos 1,300 toneladas entre producto terminado y producto en proceso, aproximadamente 1,600 tambos. En la tabla 17 se muestra la cantidad de inventario que había en toneladas desde marzo 2019 hasta julio 2019.

Tabla 17

Inventario de Marzo a Julio 2019

Mes	Toneladas en inventario
Marzo	1966
Abril	2122
Mayo	2513
Junio	2209
Julio	1669

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción (2020)

Puntos clave para considerar

1. 18 espacios disponibles para acomodar el producto.
2. No existe un encargado del área o proceso de almacenaje de producto en proceso.
3. Un montacargas solo puede transportar un contenedor/tambo a la vez.
4. Los tamaños que más se embarcan son: 80 mm (48%), 90mm (26%), 25mm (19%).
5. Fusión (primer proceso) es capaz de producir 100 tambos diarios mientras que tratamiento térmico (último proceso) solo puede procesar de 43 a 50 con los dos hornos

prendidos o 23 a 25 con un horno prendido (la mayoría del tiempo se trabaja solo con un horno)

6. No existe un detallado control de inventarios de producto en proceso.
7. Necesitamos almacenar por lo menos 1,300 toneladas de producto en proceso y producto terminado, aproximadamente 1,600 tambos.

Puntos para considerar en el área de embarques:

1. Producto listo para embarcar que ocupa espacio en el área del departamento, pero no hay fecha para cuando embarcarlo, solo complica las labores diarias.
2. El departamento de Embarques a veces remueve producto defectuoso mientras realizan los embarques, esto produce que tengas tambos sin llenar con producto de rechazo de diferentes medidas y lotes.

Puntos para considerar en el patio

1. La arena de desecho se deposita en el patio, lo que genera que ocupe mucho espacio al estar regada.
2. La lluvia afecta al producto, por lo que es preferible no usar el patio, o cubrir los tambos

Puntos para considerar en el área de acabado

1. Mayor conglomeración de contenedores con producto
2. Al haber diferentes zonas de inventarios genera tráfico entre los montacargas, y es más posible tener un accidente
3. La bola que pasa por el proceso de tambor es a veces almacenada durante semanas, lo que provoca que se vuelva a ensuciar, y la tengan que volver a limpiar.

Uno de los problemas que presenta la organización y que será el objeto de estudio de este proyecto de intervención es, la distribución de acomodo de inventario de producto terminado y producto en proceso sobre la línea de producción, la actual distribución de inventario provoca entorpecimiento en las actividades diarias, movimientos innecesarios de producto, pérdida de tiempo, desgaste de equipos y áreas difíciles de acceder. Los tambos son acumulados en un espacio de aproximadamente 3,400 metros cuadrados de diversos tamaños y diversos procesos. Es notable comentar que dentro del espacio que esta considerado para el almacenamiento de contenedores con producto terminado y producto en proceso, existe maquinaria obsoleta, basura, piezas varias, entre otras cosas, lo cual complica más el manejo de los contenedores de producto.

Como menciona Harrington (1994), es la necesidad de preguntarnos por qué permitimos que sucedan las cosas. Siendo decisiones de la gerencia las que nos llevan a los caminos de la ineficiencia. Una de las grandes falacias dentro de los procesos internos de la empresa es, que los procesos ineficaces de la empresa no le cuestan mucho dinero a la organización, siendo esto falso, ya que como menciona el autor, entre un 40 y un 70 por ciento de los esfuerzos de

los empleados no agregan valor alguno. Si se reduce el proceso burocrático y se eliminan los errores de los empleados, se puede llegar a reducir los costos indirectos hasta en un 50 por ciento. Otra de las falacias que comenta el autor en el libro es, lo que se puede llegar a ganar mediante el mejoramiento de los procesos de la empresa es poco, siendo esto una vez mas, falso. Como ya mencionamos antes, se puede ahorrar dinero y además puede haber un impacto positivo en la cultura de la organización. Entre más efectivos y productivos seamos, eliminando los obstáculos de los procesos de la empresa, más rápidos podremos ser en los procesos internos, más satisfechos estarán los clientes, y los empleados dejarán de ser individuos para poder convertirse en equipos de trabajo. Según Corominas et al. (2006) "Ser competente es tomar una iniciativa en relación a una situación y hacerse responsable de ella" (p.304).

El problema se presenta terminando la sección automatizada de la planta a la salida de la máquina DISACOOL en el vibrador 17 A, donde los operadores que recolectan el producto en proceso lo acomodan en cualquier lugar disponible en un espacio de 3,400 metros cuadrados aproximadamente, donde los operadores pueden acomodar cualquier tambo que contenga cualquier tipo de producto en cualquier proceso, provocando entorpecimiento en diversas actividades, y demasiados retrabajos lo que genera pérdida de tiempo, movimientos innecesarios del producto, desgaste de los equipos e incremento en el costo de operación, etc. Algo que debemos considerar, es que, en este espacio de aproximadamente 3,400 metros cuadrados, se deben concentrar mínimo mil trescientas toneladas, aproximadamente 1,600 tambos, los cuales se deben transportar un tambo a la vez, por el peso y dimensiones de los tambos en donde se depositan los productos, es por eso, que el proceso de fabricación se ve completamente entorpecido si un operador o supervisor decide acomodar un contenedor con

producto de una medida enfrente de un contenedor de otro tamaño y otro proceso, ya que, para tener acceso al producto que quedó atrapado primero tendríamos que mover el producto de enfrente, lo que nos genera pérdida de tiempo y un incremento en costos de fabricación por el consumo de gas del montacargas y el salario del operador.

Cada proceso tiene su recepción y su entrega de material, antes y después del proceso respectivamente. El equipo de trabajo de la banda 17 una vez llenando su tambo de bola para romper en el troquel lo acomoda en algún espacio no definido dentro de las instalaciones para que después el equipo de troqueles encuentre ese tambo o los demás tambos que les faltan por procesar que estarán ubicados en múltiples zonas, acabado su proceso acomodarán el tambo con bola para tambor en espacios no definidos a lo largo de toda la nave de la compañía, para que el equipo encargado del proceso de tambor reciba el material. Posteriormente ellos deberán de acomodar el tambo en espacios no definidos para que el equipo de tratamiento térmico reciba el material y lo pase por el último proceso de fabricación y pueda acomodar en algún espacio libre para que el equipo de embarques pueda antes que embarcar el tambo, buscarlo dentro de los 18 posibles espacios encontrados por el autor dentro de las instalaciones de la empresa.

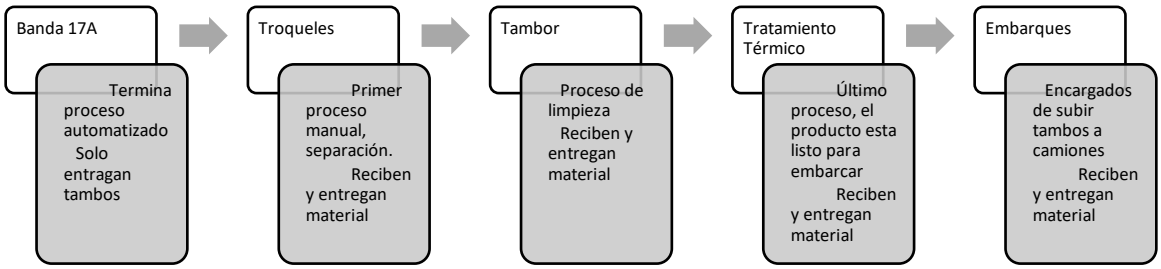
Todos los procesos deben primero recoger el tambo que procesarán, deberán procesarlo, y luego acomodar ese tambo con producto ya procesado por cada uno de los equipos.

En la figura 20 se explica los pasos de recepción y entrega de cada área, donde el proceso explicado como banda 17ª solo entregará tambos de producto en proceso y donde los demás

procesos tendrán que hacer recorridos para poder tomar un tambo, poder procesarlo y luego entregarlo al área o proceso correspondiente.

Figura 20

Recepción y entrega por departamento



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Si los colaboradores acomodan los tambos de producto en proceso y producto terminado en espacios donde se facilite el traslado para el próximo proceso, se debería tener mejor eficiencia en el proceso productivo al reducir los tiempos que invierte el operador para realizar su recorrido de recepción y entrega de material para cada uno de los procesos. Se propone designar espacios específicos para cada proceso de fabricación y para cada tamaño, se analizarán los espacios para ver su capacidad de producción para poder estimar el espacio necesario, se analizará si son viables o no, se identificarán las restricciones y se aconseja ubicar espacios para almacenar el producto que se encuentren cercanos al proceso siguiente.

Planteamiento del Problema

Antecedentes.

En el año 2000 los directivos decidieron invertir en hornos de inducción de mayor capacidad para aumentar la producción de fusión y en 2001 se invirtió en una serie de bandas que alimentan un sistema de arenas que trabajan en conjunto con una máquina moldeadora capaz de realizar 300 moldes por hora. Los hornos de Tratamiento térmico se renovaron y se cambió la indumentaria, pero no se aumentó la capacidad de producción de estos, por lo que se convirtió en un cuello de botella, ya que, mientras fusión puede producir cien tambos en un día, tratamiento térmico sólo puede procesar 43 a 50 tambos por día, de la misma forma, otros procesos están limitados procesando menos de lo que se puede llegar a fundir por día.

Este problema empezó hace 18 años cuando la fundición hizo una fuerte inversión para mejorar su capacidad de producción, generando que el área de fusión elaborara más tambos de producto que los que los demás procesos pudieran procesar en el mismo momento. De la misma forma, la empresa no delimitó un espacio designado para almacenar contenedores pertenecientes a cada parte del proceso, y para cada medida, provocando que el producto se empezara a almacenar en los espacios que los operadores vieran libres, sin algún criterio de acomodo.
El departamento encargado de separar la bola llamado Departamento de Acabado, solo es capaz de procesar 55 a 65 tambos al día.

El proceso siguiente conocido como tambor, encargado de eliminar el exceso de arena, solo es capaz de procesar 70 a 80 tambos diarios, con esto podemos concluir que el departamento de

producción funde más de lo que el resto de la planta puede procesar, causando que se acumule el producto en proceso dentro de la fundición.

Lo que se pretende resolver en este proyecto de intervención será la distribución del inventario para mejorar la logística del flujo del producto en proceso reduciendo los tiempos entre procesos, mediante el mejor aprovechamiento de los espacios, a través de su identificación y capacitando al personal. El autor cree que no existe un problema de cantidad de espacio, el espacio disponible de inventario dentro de las instalaciones de la empresa designados para el acomodo del producto en proceso y producto terminado es suficiente para poder almacenar la cantidad de producto deseado y mejorar la logística del flujo interno de transporte del producto.

Harrington (1994) señala que una de las falacias de los procesos de las empresas es que, "los procesos no pueden controlarse" (p. 20). Siendo esto una necesidad, necesitamos controlar los procesos para poder asegurar resultados de alta calidad en el producto. Tal y como acabamos de comentar, existe un problema para poder controlar de manera precisa los inventarios en proceso, esto debe modificarse para poder saber de manera precisa y al instante, con cuanto material contamos en proceso y terminado.

Mariño (2001) opina que las características de los buenos indicadores y medidores tienen los siguientes criterios: que se puedan medir, que tengan significado y que se puedan controlar.
Así como menciona Mariño (2001) "Todas las actividades dentro de un proceso pueden ser clasificados en dos grandes tipos actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor" (p. 103). Siendo las actividades que no agregan valor como, añadir tiempo de

fabricación, o añadir costo de fabricación las principales oportunidades para mejorar los procesos.

La magnitud del problema complica las actividades diarias sin representar un problema mayor, lo cual nos dice que no es un problema que vaya a provocar que la empresa quiebre o enfrente un problema económico pronto, pero si han tenido que aumentar su plantilla laboral para poder realizar todas las actividades que se necesitan realizar diariamente, la mayoría de estas actividades incluyen movimientos innecesarios de producto de un lugar a otro sin lograr que se realice el proceso siguiente, un tipo de muda o desperdicio dentro de la empresa es considerado el mover un producto de un lado a otro sin procesarlo (Tapia et al. 2017). Pero al no haber orden, los contenedores se mueven constantemente para poder acceder a los tambos que se necesitan en el momento.

El problema que enfrenta la empresa es de alta recurrencia, todos los días se tienen que reubicar contenedores que complican las actividades diarias. Los empleados están acostumbrados a trabajar de esta manera y hasta la fecha no se ha implementado un método que ayude a mejorar el flujo interno del producto.

Esto tiene como consecuencia diversos síntomas que afectan el tiempo y control de lo que se produce y de lo que se encuentra almacenado dentro de las instalaciones de la planta.

El equipo de producción lleva un control de producción sobre qué tanto se produce utilizando un sistema que cuenta los moldes generados que se han vaciado y la cantidad de contenedores

llenos por turno. La empresa también lleva un control sobre cuanto se embarca, pesando los tambos y de igual forma todos los camiones que se llevan producto son pesados antes y después de que se embarque el producto, con el fin de contabilizar cuantas toneladas hay de diferencia entre el camión antes y después de cargar.

Desafortunadamente la empresa no lleva un control de inventarios acertado del producto en proceso. Este es uno de los problemas del cual también sufre la empresa, la incapacidad de poder saber cuántos tambos tienen de alguna medida en especifico y en algún proceso en específico.

Los operadores creen recordar en qué lugar en específico acomodaron los tambos. La empresa debe ser capaz de saber cuánto existe en su inventario en proceso. De la misma forma es esencial saber cuánto se tiene invertido en el inventario en proceso para evitar fugas o salidas del producto sin poderlas contabilizar.

Un problema al que la empresa se enfrenta constantemente es que, al no tener un control preciso de inventarios de producto en proceso, llega a pasar que, al hacer movimientos de material, se encuentran tambos que estaban atrapados entre material y se descubre material rezagado, no contabilizado y no considerado. Generando que se tenga que designar tiempo para fundir producto de una medida en específica cuando ese producto ya se tenía, solo que se encontraba en el área donde se almacena el producto y seguramente había quedado atrapada u obstruida por mas material.

Este problema complica en gran manera las operaciones diarias, ya que, los operadores de los diversos procesos deben dedicar mucho tiempo en movimientos de tambos de producto en proceso en lugar de invertir ese tiempo elaborando el proceso como tal.

No existen espacios definidos para el almacenamiento del producto en proceso para ningún proceso o tamaño.

El departamento de producción funde alrededor de 40 a 70 tambos diarios actualmente, los cuales son acomodados en espacios que los operadores ven libres. Si los contenedores son acomodados en espacios donde complican actividades, pueden ser esos mismos 40 a 70 movimientos innecesarios en los próximos días para poder acercarlos al proceso siguiente.
El departamento de Acabado encargado de separar los cuerpos moledores puede procesar entre 55 a 65 tambos diarios, los cuales si no son acomodados en un espacio planeado puede provocar esa misma cantidad de tambos en movimientos innecesarios aumentando el tiempo y costo de fabricación.

El proceso siguiente seria el de limpiar la bola utilizando los tambores, estos procesan dependiendo el turno entre 13 a 40 tambos, que pueden producir el mismo problema que hemos narrado en los ejemplos anteriores.

Cabe mencionar que el autor ya realizó un proyecto de intervención anteriormente, instalando un vibrador para la separación de piezas de retorno para el horno, arena y producto en proceso, el actual proyecto empieza a partir del vibrador que se instaló en la pasada intervención.

Anteriormente había un solo operador recolectando piezas de retorno para el horno, arena y producto en proceso en tinas metálicas para después vaciar esos tres componentes enfrente de la zona de troqueles, donde de seis a ocho operadores tenían que separar estos tres componentes, regresar la arena al sistema de arenas o tirarla, separar las piezas de retorno que se vuelven a fundir en el horno y separar el producto en proceso que después tenían que procesar. Anteriormente los operadores solo podían llegar a romper en el mejor escenario hasta 15 tambos diarios en comparación con los 65 que rompen actualmente.

Justificación

Debemos buscar la mejora continua para seguir siendo competitivos en el mercado. Como comenta García-Sabater (2020) la mejora continua está muy ligada con la innovación, en productos, procesos, mercados, proveedores, modelos de negocio, etc.

Los autores Vorkapic et al. (2017) opinan que la metodología de 5 “S” se puede representar como un sistema el cual crea las condiciones necesarias para que se puedan implementar nuevos modelos innovadores, los cuales buscan la mejora en los espacios, producción y condiciones de trabajo. Se necesita adoptar un sistema que incluya la participación de todos para poder trabajar en equipo, enfocando la aplicación del sistema a la organización del trabajo y la adaptación del espacio.

Como menciona Piucco (2018) el tercer desperdicio es el desperdicio de transporte, relacionado con el movimiento de mercancías a lo largo del proceso y que generan costos y no agregan valor al producto, por lo tanto, se deben eliminar. Las principales causas pueden ser: movimiento innecesario y no programado e inadecuación del acomodo en el proceso de fabricación. Para lo cual se recomienda: mover el material lo menos posible y mejorar el diseño, aproximando el material a los puestos de trabajo o procesos.

Antosz y Stadnicka (2017) comentan que investigaron 49 compañías, 81% de las empresas a las que le realizaron el estudio dijeron que implementaban la metodología para mejorar la operación de la compañía, 50% de las compañías dijeron que tenían la intención de ser mas competitivas.

Antosz y Stadnicka (2017) también comentan que, los mayores desperdicios son: esperar por el material 49%, movimientos innecesarios 41%, fallas de maquinaria 39%. De todas las empresas, el 29% usó métodos como 5 “S”. El proyecto tiene como objetivo disminuir esos mayores desperdicios.

Si se comprueba una mejora en tiempos de traslado de producto, esto beneficiaria directamente a la empresa y a los empleados, ya que, si se determinan espacios específicos para el acomodo del producto, estos tardarían menos tiempo y habría menos movimientos innecesarios en saber dónde colocarlo.

Para que el proyecto de intervención termine siendo efectivo, se necesitará el apoyo de la instalación de letreros y/o señalamientos que ayuden de manera visual a los trabajadores para que puedan ellos saber en qué espacio determinado acomodar el producto. De la misma manera se necesitará pintar líneas en el piso para poder delimitar las áreas y no entorpecer otros procesos internos o comprometer los espacios de maniobra del montacargas. También será de vital importancia capacitar al personal, para que domine a la perfección la propuesta del modelo de acomodo.

Delimitación de la Investigación

Este proyecto de intervención se centrará en el proceso de logística interna y almacenaje durante los diversos procesos de fabricación de la empresa de los tambos de producto de tamaño de 40 mm a 90 mm, ya que, pasan por los mismos procesos de fabricación, siendo separados por el mismo equipo de trabajo, rompiéndolas a través del troquel o de martillo y cincel. No se expondrá la ruta que pudiera tener el tamaño de 25 mm por su diferente proceso de fabricación y sus distintas rutas de traslado, este tamaño es procesado por el equipo de embarques utilizando la rompedora.

Hipótesis

Definiendo espacios específicos de almacenamiento para cada proceso se facilitará el proceso de acomodo de tambos, acercando los tambos al próximo proceso reduciré el tiempo de traslado, por lo tanto, el tiempo de fabricación; acomodando la bola por cuadrantes del mismo tamaño se asegura tener mayor control de inventario y mejor flujo del producto en su proceso de fabricación. Disminuyendo la cantidad de bola para limpiar se asegura una mejor inspección de calidad al igual que asegura que la bola se encuentre mas limpia para continuar su proceso de fabricación con el tratamiento térmico.

Sustento Teórico de la Intervención

Definición de: Proceso

La Real Academia Española (2020) afirma que proceso significa: “conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”.

La Editorial Etecé (2020) afirma que proceso significa:

> En administración se entiende como procesos al flujo de actividades que se producen entre los diversos componentes de una empresa o institución. Así, los procesos administrativos son las diferentes operaciones que la organización pone en marcha para el logro de sus objetivos y la satisfacción de sus necesidades. (párr. 5)

Características de los procesos según Suárez (2007):

1. Secuencia lógica lineal, que tiene flujo continuo, compuesto por actividades y tareas que transforma y consume un conjunto de insumos en resultados útiles para uso interno y/o externo. (p. 209)
2. El proceso tiene bien definidas sus fronteras, alcances y límites. (p. 210)
3. Todo proceso tiene un propósito específico el cual debe estar alineado a la política y objetivos estratégicos de la organización y debe estar dirigido a cumplir los requerimientos de sus clientes. (p. 210)
4. Cada actividad y tarea de los procesos es operada por seres humanos interrelacionados con máquinas y equipos. (p. 210)

5. Debe definirse con claridad a quién es el asignado al proceso o el responsable del desempeño de este. (p. 210)
6. Un proceso debe cruzar sus fronteras organizacionales a través de un flujo horizontal, por lo tanto, debe haber una comprensión completa del flujo de este para alcanzar el propósito establecido. (p. 210)
7. Debe medirse el desempeño del proceso contra sus objetivos operativos establecidos. (p. 210)
8. Tiene que comprobarse su validez de las medidas del desempeño tomadas. El proceso debe tener establecidos puntos físicos de control y medición, puntos físicos de retroalimentación, indicadores claves de su operación y mecanismos y herramientas de recolección de datos, que deben ser medidos de manera periódica, frecuente y planeada. (p. 210)
9. De cada proceso deben existir los estándares de trabajo documentado, así como el requerimiento para el entrenamiento al personal de aquellas actividades esenciales o claves. (p. 211)
10. Los procesos deben ser siempre y en cada momento perceptibles de mejorarse, por lo tanto, cada proceso tendrá documentado sus procedimientos de cambio, cuando se realice una mejora de este. (p. 211)

Definición de: Desperdicios

Según Gisbert (2015) despedicios significa: “Es el mal aprovechamiento que se realiza de alguna cosa o de alguien. Como segunda acepción, un desperdicio también es aquel residuo o desecho de algo, más popularmente conocido como basura” (p.45).

Según Marulanda y Gonzalez (2016) desperdicios son: “Todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar” (p. 85).

Según Tapia et al. (2017) despedicios significa: “Derroche o desaprovechamiento de los recursos y talento con los que cuenta una organización, tales como materiales, maquinaria y equipo, tiempo, espacio, competencias, talentos humanos entre otros” (párr. 16)

Tapia et al. (2017) comentan que hay ocho desperdicios:

1. Sobreproducción
2. Exceso de inventario
3. Retrasos, esperas y paros
4. Transporte y envíos, mover el producto de un lado a otro
5. Desplazamientos y movimientos innecesarios
6. Sobre-procesamiento y actividades que no agregan valor al cliente
7. Rechazos, fallos y defectos
8. Talento poco utilizado

Definición de: Cinco “S” , Cinco Soles o Cinco Estrellas

Pérez y Quintero (2017) comentan que : “Son una herramienta en pro de la eficiencia de las organizaciones; refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo limpias, mas organizadas y mas seguras, es decir, se trata de imprime mayor “calidad de vida” al trabajo” (p. 414)

Nava et al. (2017) mencionan que la Metodología cinco “S”: “Nos permite mantener el área de trabajo organizada, ordenada, limpia, estandarizada y con disciplina” (p. 29)

Cinco “S” o cinco soles, conformada por cinco principios.

El primer principio es la selección según Pérez y Quintero (2017) “Significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita” (p. 414).

Selección según Suárez (2007) “significa diferenciar entre elementos de trabajo necesarios e innecesarios del área de trabajo, para descartar lo que no se utilice” (p. 128).

El segundo principio consiste en ordenar según Pérez y Quintero (2017) significa “Organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad” (p. 414).

Según Suárez (2007) significa “colocar en forma ordenada todos los elementos que decides quedarte después del primer paso, de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren y retiren fácilmente” (p. 128).

El tercer principio es la limpieza según Pérez y Quintero (2017) significa “Integrar la limpieza como parte del trabajo diario, asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria y centrarse tanto o mas en la eliminacion de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias” (p. 415).

Según Suárez (2007) significa “mantener limpio, todo el equipo, máquinas y áreas de trabajo que conforman el ambiente general” (p. 128).

El cuarto principio es la estandarización según Pérez y Quintero (2017) se trata de “sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables” (p. 415).

Según Suárez (2007) significa “extender hacia uno mismo el concepto de limpieza, y practicar de manera continua y sistemática los tres pasos anteriores” (p. 128).

El quinto principio es la disciplina según Pérez y Quintero (2017) “Tiene por objetivo convertir el hábito de la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada” (p. 415).

Según Suárez (2007) significa: “construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse a las 5’S mediante el establecimiento de estándares” (p. 128).

Suárez (2007) menciona que existe un mecanismo que ayuda a mantener el funcionamiento de la metodología de cinco soles llamada control visual, que tiene por objetivo “hacer que los problemas o posibles problemas sean visibles en el lugar de trabajo” (p. 142). Suarez (2007) menciona que tiene tres características esenciales.

1. Cualquiera debe ser capaz de visualizarlo y al momento de visualizarlo entender de qué se trata.
2. Debe ser capaz de distinguir entre condiciones normales o estandarizadas y anormales no estandarizadas.
3. Tiene que ser de manera directa (con una sola ojeada). (p. 142)

Definición de: Kaizen/Mejora Continua

Según Gisbert (2015) significa: “Mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Significa un mejoramiento continuo que involucra a todos por igual” (p. 47).

Tapia et al. (2017) “Permite que todos los miembros de la organización estén buscando continuamente formas de mejorar cada aspecto de esta, y que todos estén de acuerdo y apoyan este tipo de mentalidad” (párr. 37).

Reglamento Interno de Seguridad e Higiene (ver Anexo C)

El reglamento interno fue escrito y entró en vigor en marzo de 2009 y está vigente hasta el presente día, el reglamento interno es una serie de normas encargadas de regular el comportamiento de los integrantes de la organización, tiene por objetivo mejorar el ambiente laboral, haciéndolo mas seguro, haciendo que el personal acate las reglas, sin excepción.

El Reglamento interno está conformado por una serie de normas y un glosario para poder explicar la terminología que se emplea. Uno de los puntos mencionados en el glosario es la definición de las 5 “S” o 5 soles, siendo una normativa en la cultura organizacional. En el Anexo C se podrá encontrar el Reglamento Interior de Trabajo (ver anexo C).

Plan de Seguimiento a Montacargas y Operadores

Dentro de la organización se ha capacitado al personal para el correcto uso del montacargas, para que un operador esté certificado como operador de montacargas, es necesario que apruebe dos capacitaciones conformadas por dos horas teóricas y una hora práctica evaluadas por nuestro instructor encargado de dar las capacitaciones, esto acompañado con un seguimiento de mantenimiento correctivo y preventivo de cada uno de los montacargas, en estos archivos se da a conocer cada uno de los equipos, sus capacidades, la marca y a qué departamento pertenece el equipo, de la misma forma los operadores deben realizar una inspección inicial antes de manejar el equipo, se agrega un formato con los pasos que deben seguir los operadores para evaluar correctamente el equipo antes de operarlo.

Cada capacitación cuenta de dos horas teóricas dadas en la sala de juntas de la organización, impartidas por el instructor con la ayuda de una presentación visual para cada uno de los cursos, acompañados por un examen para reformar los conocimientos. Y una hora práctica, que se hace dentro de las instalaciones de la empresa, con una serie de obstáculos que los operadores deberán superar.

Se adjuntan archivos de capacitación a los operadores en el Anexo D, Operación segura de montacargas y Anexo D, Capacitación Teórica Básica, mantenimiento preventivo, seguimiento de operador, inspección inicial, tambien se anexan los exámenes realizados a los operadores en el Anexo E, Información sobre los montacargas e identificación de cada equipo (ver anexo D y E).

Ley Federal del Trabajo

La empresa opera dentro del marco legal establecido en la Ley Federal del Trabajo, emitido por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

La Secretaría de Trabajo y Previsión Social (2022) es la encargada de …

> Somos la dependencia del Gobierno Federal que vigila el cumplimiento de los derechos laborales de las y los trabajadores y sus familias, para garantizar un incremento sostenido en su calidad de vida. Asimismo, propiciar que el diálogo social construya relaciones democráticas entre patrones y trabajadores, para contribuir con la justicia social que reclama la definición de un nuevo país. (párr. 2)

Objetivos

Como menciona H. James Harrington (1994), debemos tener como objetivos desarrollar procesos más efectivos, eficientes y adaptables a las necesidades de los clientes y de la empresa, ya que, al tener procesos bien definidos y administrados podremos tener alcances definidos, interacciones y responsabilidades internas bien definidas, medidas de evaluación, conocimiento del tiempo de los ciclos.

Guinness (2020) menciona que establecer objetivos es uno de los puntos más importantes a considerar si se quieren lograr avances o mejoras.

Rico (1993) opina que para poder nosotros percibir mejoras en el proyecto de intervención es crítico realizar mediciones del suceso que estamos interviniendo para comprobar que existió una mejora después de implementar el proyecto. Es por eso por lo que es de vital importancia evaluar si existe una mejora medible en tiempos, y una mejora desde la percepción de los operadores.

Figueredo (2015) señala que debemos aprovechar al máximo los operadores, eliminando movimientos inútiles, considerando la seguridad de los empleados.

Objetivo General

Implementar un método ágil para mejorar el flujo logístico interno para disminuir los tiempos de traslado de tambos con producto en proceso y producto terminado en cada uno de los procesos en un 20 por ciento en un periodo de seis meses.

Objetivos Específicos

1. Identificar las rutas de los operadores de manera retrospectiva de cada uno de los procesos en el acomodo de tambos del modelo anterior y el modelo actual.
2. Medir el tiempo invertido en los recorridos de manera retrospectiva de cada uno de los procesos en el acomodo de tambos del modelo anterior y el modelo actual.
3. Explorar la percepción del cambio (orden, tiempo, ventaja, desventaja, procesos y cantidad de tambos procesados) de los operadores, con la nueva propuesta de acomodo de contenedores de producto en proceso y producto terminado.

Metodología

El propósito del trabajo fue desarrollar un método ágil que incremente la eficiencia en las operaciones de transporte y logística interna de manejo de producto de la empresa objeto de estudio, mediante la reducción de tiempo en los traslados del proceso de almacenaje de producto entre los procesos de fabricación de producto en proceso y producto terminado. Se concluyó el desarrollo e implementación del método en agosto de 2019, se realizó una encuesta en abril de 2020 para conocer el impacto de dicho método.

Tipo de estudio

Mixto, experimental, prospectivo y transversal, mixto al ser cuantitativo y cualitativo, experimental al comprobar los efectos de la intervención, prospectivo al observar los efectos de la intervención a través del tiempo y transversal al recolectar datos en un solo corte de tiempo.

Inciso A

Objeto del estudio

Espacio aproximadamente de 3,400 metros cuadrados dentro de los cuales existen 18 espacios identificados de almacenamiento de producto en proceso y producto terminado.

Inciso B

Participantes

Con N= 9 colaboradores (100% hombres) que trabajan en la empresa estudiada con un rango de edad de 27 a 63 años. El tiempo que llevan trabajando en la empresa es de 5 a 32 años. Las personas involucradas en el proyecto de implementación fueron:

1. 1 operador del departamento de acabado RDM 32 años de antigüedad.
2. 4 operadores del departamento de producción (banda 17 A, ambos turnos), HRR cinco años de antigüedad, JMH 17 años de antigüedad, PCM 18 años de antigüedad y EPH siete años de antigüedad.
3. 2 operadores departamento de producción (encargados de tratamiento térmico, ambos turnos), CGGD 17 años de antiguedad y OIFM ocho años de antigüedad.
4. 2 operadores del departamento de embarques, ARG diez años de antigüedad y GCL 12 años de antigüedad.

Inciso C

Participantes

Con N=8 personas (100% hombres) que trabajan en la empresa objeto de estudio con un rango de edad de 38 a 69 años. El tiempo que llevan trabajando en la empresa es de 15 años a 30 años de antigüedad.

1. Director General, JSS
2. Gerente de Producción, GV 22 años de antigüedad
3. Gerente de Mantenimiento, ARV 20 años de antigüedad
4. Supervisor del turno 1 de Producción, MC 25 años de antigüedad
5. Supervisor del turno 2 de Producción, AT 18 años de antigüedad
6. Supervisor de Proyectos, SE 15 años de antigüedad
7. Supervisor de Acabado, VJ 28 años de antigüedad
8. Supervisor de Embarques, TDC 19 años de antigüedad

Instrumentos

Inciso A

Se usó una cinta métrica de 30 metros marca Truper de fibra de vidrio modelo 12639 para realizar las mediciones de los espacios de la instalación de la empresa.

Inciso B

Se pintaron las líneas del piso con la máquina pinta rayas de la marca Rust-Oleum modelo #H-5640 y pintura de aceite color amarilla marca Rust-Oleum de tamaño de 18 oz modelo #S-21133

Se compraron 12 piezas de lona de 80 cm x 20 cm para identificar la distribución de almacenamiento de tambos de producto en proceso y producto terminado.

Se utilizaron, taquetes de plástico de 3/8, pijas de 3/8 y rondanas planas de 3/8.

Inciso C

Se realizó una capacitación individual a los nueve operadores de montacargas de una duración de aproximadamente 20 minutos, en el lugar donde realizan la acción de acomodo, en la que se les explicó la nueva logística interna y distribución de los espacios de almacenamiento.

Inciso D

Se realizó una plática individual con cada uno de los directivos, gerentes y supervisores de una duración de aproximadamente 20 minutos en la cual se les explicó las ventajas del método implementado.

Inciso E

Se realizó un cuestionario con duración aproximada de 15 minutos, donde se les preguntó a los operadores la diferencia en la logística anterior, y la logística actual, con un total de ocho preguntas sobre el antes (ejemplo: ¿Cuántos tambos procesabas antes? y ¿Cuáles eran los principales problemas con el acomodo anterior?) y para la logística actual ocho preguntas (ejemplo: ¿Cuáles son los principales problemas que tienes hoy con el acomodo? y, describe las principales ventajas después del acomodo) para ver la encuesta ver Anexo F (Anexo F Entrevista Proyecto de Intervención).

Inciso F

Se midió la cantidad de tiempo invertido en los principales espacios donde se colocaban los tambos de producto en proceso, se utilizó un cronómetro de la marca Extech Instruments, modelo 365510 y un montacargas marca Toyota con capacidad de dos toneladas y media para medir los tiempos con la logística anterior y la logística actual.

Procedimiento.

Conforme a la metodología cinco “S” se empezó por la selección, viendo que agregaba valor en el proceso y que no agregaba valor. Primero el autor identificó que el método de logística interna anterior generaba problemas sobre la línea de producción, complicando las actividades diarias, entorpecía el mantenimiento, aumentaba la probabilidad de tener un accidente y había confusión entre los operadores. El autor pensó que debería haber otra forma más eficiente de acomodar el inventario para facilitar las actividades de los operadores.

Se analizó la distribución de almacenamiento del método anterior, midiendo la cantidad de tambos que puede almacenar cada espacio, la viabilidad de cada espacio o si es recomendable para almacenar tambos y las restricciones posibles o si complica otras operaciones.

Después se analizó la cantidad de tambos que produce la empresa en cada uno de los procesos para determinar de qué tamaño tenía que ser el espacio para poder almacenar el producto, para poder proponer nuevos espacios de almacenamiento para cada proceso y cada tamaño.

Se trabajó durante varias sesiones con el personal de la empresa, para desarrollar la propuesta del nuevo método de logística interna y de distribución de almacenamiento para saber qué espacio debería ser el más conveniente para cada uno de los procesos.

Cuando se logró llegar a un acuerdo con el personal sobre cuál lugar sería el más adecuado para que cada proceso o medida con la nueva distribución de almacenamiento se prosiguió a identificar, señalizar y pintar los espacios, al mismo tiempo, se capacitó al personal individualmente para que estuvieran familiarizados con la nueva distribución de almacenamiento y para que conocieran el nuevo recorrido que tendrían que hacer. Conforme a la metodología cinco “S” corresponderia a ordenar, al asignar un lugar para cada producto, limpiar, al eliminar los elementos que entorpecían las actividades y eliminar los desechos, estandarización al identificar los espacios y delimitar las áreas para que se respeten.

El modelo se dejó madurar durante varios meses para que los operadores estuvieran familiarizados con la nueva logística interna para poder realizarles la entrevista. El quinto principio es el de la disciplina, entonces, durante estos meses se le dio supervisión al proyecto para que se siguieran respetando los acuerdos.

Una vez identificada la logística interna que realizaban los operadores se realizó una medición de tiempos de la recepción y entrega de cada uno de los procesos a cada uno de los posibles espacios de almacenamiento del escenario anterior. Posteriormente se hizo la medición de tiempos con la distribución actual para ver si se cumplió con el objetivo de la disminución de tiempos en el traslado de producto.

Se entrevistó a los operadores y se analizaron las respuestas para poder identificar si en verdad existió una mejora en los proyectos realizados desde la perspectiva de los empleados, también

para poder conocer los espacios más comunes de donde ellos recogían los tambos con la logística anterior y los espacios donde ellos normalmente dejaban los tambos para poder conocer las rutas que ellos hacían. Para poder apreciarlo mejor las rutas se expondrán sobre el plano de la empresa.

Resultados

Selección e Identificación de Espacios

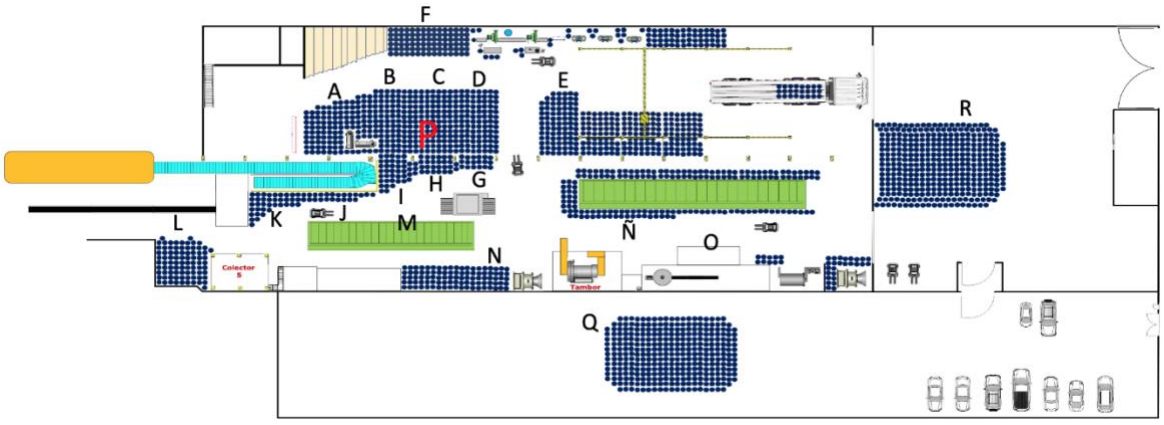
Debemos recordar que los espacios donde se almacenaba el producto no estaban identificados, es por eso que, el autor para poder contabilizar e identificar los espacios más comunes usados por los operadores para almacenar producto, los nombró utilizando las letras del abecedario de la letra “A” a la letra “R”, identificándolos como zonas.

Se descubrió una zona en donde los tambos podían pasar tiempo indefinido sin ser movidos o procesados, según los comentarios de los operadores, por la complejidad de maniobra y cantidad de tambos que circulan y se almacenan, esta zona se nombró la zona P, en esta zona los operadores no eran capaces de saber cuántos tambos había, de qué tamaño era el producto, en qué proceso se encontraba o desde cuándo era probable que estuviera ahí. La zona P solo se utilizará como referencia para acentuar la compleja logística interna, mala utilización de los espacios y la falta de control de inventarios, la zona P no se contabilizará. En la figura 21 se señala en color rojo la Zona P.

En la figura 21 se presenta un mapa donde se representan las zonas de almacenamiento nombradas de la letra “A” a la letra “R” y la distribución de dichas zonas identificada por el autor, para después poder hacer una comparativa de la logística interna anterior y la logística interna actual.

Figura 21

Plano de la empresa con la distribución de almacenamiento pasada



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Se contabilizó la capacidad aproximada de tambos que tenían cada una de las zonas a un solo piso de tambos. En la tabla 18, se muestra la cantidad estimada de tambos a un solo nivel que podía almacenar cada una de las zonas, siendo las más grandes la zona Q y la zona R con 208 y 252 tambos respectivamente, y las más chicas la zona G y la zona O con 18 tambos cada una. Las zonas A, B, C, D, E, F, G, H, I y L se usaban a doble piso. La capacidad del modelo de acomodo anterior era de 1430 tambos a un solo piso sumando todas las zonas que los

operadores utilizaban para almacenar el producto en proceso y producto terminado, si sumamos los tambos de las zonas donde se usaban a dos pisos nos daría un total de 2,084 tambos de capacidad.

Tabla 18

Capacidad de almacenamiento de las zonas

Zona	Tambos que puede almacenar a un solo piso aprox.
Zona A	81
Zona B	72
Zona C	80
Zona D	72
Zona E	91
Zona F	90
Zona G	18
Zona H	36
Zona I	42
Zona J	20
Zona K	34
Zona L	72
Zona M	36
Zona N	120
Zona Ñ	88
Zona O	18
Zona P	N/A
Zona Q	208
Zona R	252
Total	**1430**

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Posteriormente se analizó cada uno de los espacios para ver si era conveniente ocupar el espacio con tambos o no. Como se mencionó anteriormente, el departamento de mantenimiento necesita tener acceso a las diversas maquinarias que conforman todo el proceso productivo para poder hacer sus funciones de mantenimiento preventivo o para poder hacer alguna reparación. En el caso de las zonas: J, K, L, M y O no son viables, ya que, esos espacios entorpecen las actividades del departamento de mantenimiento y están cerca de los puntos más sucios de la empresa, lo que complica el correcto funcionamiento del proceso del horno de tratamiento térmico sobre el producto. La zona N y Ñ se redujeron de capacidad y dimensiones, ya que, al igual que las zonas que se eliminaron, complican funciones del departamento de mantenimiento y era más probable ocasionar un accidente por los espacios comprometidos y reducidos que se tienen para hacer las maniobras con el montacargas. La zona Q tampoco es viable por el tiempo que los operadores necesitan invertir en ir a depositar o recoger los tambos a dicha zona. En la tabla 19 se muestra la viabilidad de almacenamiento de cada una de las zonas.

Tabla 19

Viabilidad de las zonas

Zona	Viabilidad
Zona A	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona B	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona C	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona D	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona E	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona F	Viable, se propone para almacenar bola para tambor
Zona G	Viable, se anexará a la Zona D
Zona H	Viable, se anexará a la Zona C
Zona I	Viable, se anexará a la Zona B
Zona J	No es viable por contaminación de material con arena en el aire, y complica mantenimiento
Zona K	No es viable por contaminación de material con arena en el aire, y complica mantenimiento
Zona L	No es viable por contaminación de material con arena en el aire, y complica mantenimiento
Zona M	No es viable por contaminación de material con arena en el aire, y complica mantenimiento
Zona N	Viable, pero se debe reducir la cantidad de tambos por complicación en maniobras de montacargas, se propone limitar la cantidad de tambos
Zona Ñ	No es viable por reparaciones a maquinaria, solo es viable un espacio de 20 tambos en la entrada del horno
Zona O	No es viable por contaminación de material con arena en el aire, y complica mantenimiento
Zona P	No se contabilizo, el espacio esta sumado a las zonas A, B, C, D, G, H e I.
Zona Q	No es viable por el tiempo invertido
Zona R	Viable

Fuente: Elaboración propia. (2020)

El autor después revisó las restricciones que tenían por cada área de trabajo, en la tabla 20 se muestran las restricciones que el autor pudo identificar, también se muestra que es preferible que el producto que entra al horno de tratamiento térmico vaya lo más libre de arena posible y se recomienda que no pasen más de dos semanas desde que el producto haya pasado por el proceso de tambor (limpieza) para poder ser procesado en el horno de tratamiento térmico.

También se encontró que el espacio para bola de troquel debe por lo menos almacenar entre 70 y 130 tambos (depende del tamaño del producto que se fabrique), ya que, el departamento de producción trabaja sábado y domingo turno completo y el departamento de acabado trabaja hasta el sábado medio turno, y regresan el lunes a las 8 am, lo que genera que se acumule material para troquel. De la misma forma se encontró que, el 93% de lo que embarca el departamento de embarques esta centrado en tres medidas principales, 90mm, 80mm y 25mm, por lo que se necesita tener un lugar predeterminado para almacenar estas medidas.

Tabla 20

Restricciones de las áreas – Capacidad de Producción

Área	Restricciones de las áreas – Capacidad de Producción
Fusión	Fusión trabaja de sábado a jueves 24 horas. El departamento necesita llegar a las metas de producción.
Acabado	Turno completo de lunes a viernes y medio turno sábado. Solo se trabaja de día. Es necesario almacenar la producción que se acumule de sábado y domingo, alrededor de 70 a 130 tambos aproximadamente, dependiendo el tamaño del producto que se fabrique.
Tambor/Limpieza	Trabajan toda la semana 24 horas. Los tambos que se limpian se tienen que usar máximo en dos semanas para evitar que se vuelvan a ensuciar, se aconseja tener poco producto almacenado limpio.
Tratamiento Térmico	Trabajan toda la semana 24 horas. El producto debe entrar lo mas libre de arena posible.
Embarques	Solo trabaja turno completo de día de lunes a viernes y medio turno el sábado. Lo que mas embarca el departamento es bola de 80 mm (48%), bola de 90 mm (26%), y bola de 25mm (18%).

Fuente: Elaboración propia con base en datos proporcionados por el Departamento de Producción (2019)

El autor analizó la capacidad de los procesos por separado para ver el tamaño del espacio que necesitaría para poder almacenar los tambos de producto en proceso. Esto, con el fin de visualizar la necesidad del tamaño de los espacios necesarios para almacenar cada tipo de tambo separándolo por tamaño y por proceso.

Como se comentó anteriormente la mayoría del tiempo se trabaja con un horno de tratamiento térmico, y la producción se limita entre 23 a 25 tambos diarios de producto terminado. Y como también se comentó anteriormente no deben pasar más de dos semanas después de haberse limpiado para poder procesarlo en el horno de tratamiento térmico, por lo que se recomienda que los espacios designados para la bola para tratamiento térmico sean pequeños para obligar a la producción que generan los operadores del área de tambor se reduzca. Esto provocó que se generara un mayor almacén de bola para tambor, por lo que se designaron espacios amplios para almacenar.

El equipo de acabado procesa de 55 a 65 tambos diarios, trabajando un solo turno, de 8:00 am a 7:00 pm, mientras que producción trabaja 24 horas y produce entre 40 a 70 tambos diarios. Al procesar más tambos por turno, sabemos que el equipo de acabado ira a un mayor ritmo que el equipo de fusión o que cualquier otro departamento, por eso su lugar para almacenar tambos no necesita ser tan grande, solo debe ser mínimo de entre 70 y 130 tambos, ya que, el equipo de acabado no trabaja turno completo el sábado y el domingo no trabajan, por lo que es necesario acumular los tambos que el equipo de fusión produzca en ese tiempo.

Con eso podemos concluir que el espacio de bola para troqueles y bola para tratamiento térmico no deben ser muy grandes y necesitan estar cercanos al proceso. Los espacios más grandes se designaron para bola para tambor que también se encuentra en una zona conveniente para los recorridos de los operadores. En la tabla 21 se muestra la cantidad de tambos que cada uno de los procesos puede procesar al día.

Tabla 21

Producción por día por área

Área	**Producción por día**
Fusión	40 a 70 tambos
Acabado	55 a 65 tambos
Tambor/Limpieza	26 a 40 tambos
Tratamiento Térmico (1 horno prendido)	23 a 25 tambos
Tratamiento Térmico (2 hornos prendidos)	43 a 50 tambos

Fuente: Elaboración propia. (2020)

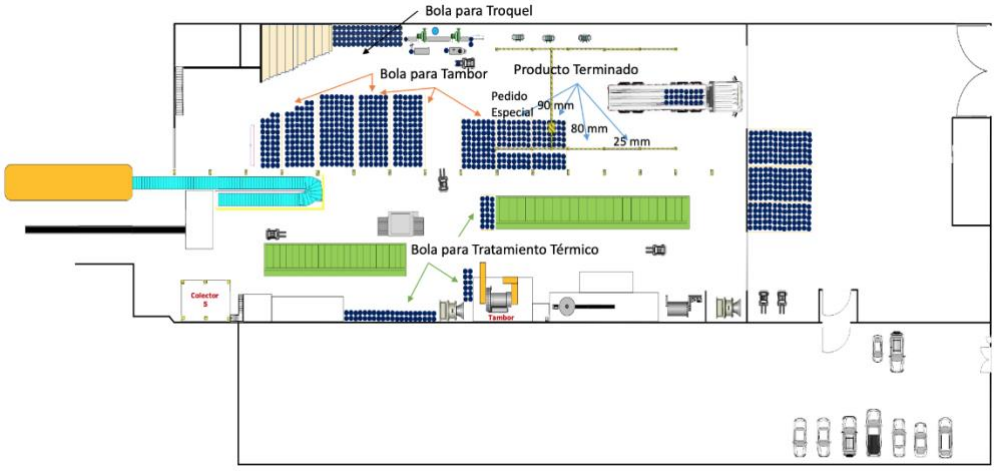
Así como mencionan Quesada-Pineda, Buehlmann y Arias (2018) la eliminación de desperdicios en la cadena de valor tiene por objetivo aumentar la eficacia y eficiencia de la organización, por eso se buscó en el proyecto de intervención encontrar los espacios más adecuados para eliminar los desperdicios, como los movimientos innecesarios y los retrabajos.

En la figura 22 se muestra la propuesta de distribución de almacenamiento del producto en proceso y producto terminado, con flechas se identificaron los espacios señalados como viables para cada uno de los procesos, asegurando que estuvieran cerca del proceso siguiente para

facilitar el recorrido de los operadores. Para el producto terminado se separó en cuatro categorías: bola de 90 mm, bola de 80 mm, bola de 25 mm, pedido especial, se escogieron esos espacios por que las primeras tres categorías representan el 93 por ciento de los embarques que realiza la empresa. El espacio que se designó para la bola para troquel fue porque, se encuentra a lado de los troqueles facilitando el recorrido y la maniobra de los operadores y por que una de las restricciones es que tenía que ser capaz de almacenar entre 70 a 130 tambos mínimo, y ese espacio es capaz de almacenar 84 tambos a un solo nivel por lo que se utilizarán dos pisos de tambos de producto para poder almacenar 168 tambos, y con eso se cumplirá el objetivo de almacenar mínimo 130 tambos. Los espacios que se designaron para almacenar la bola para tambor se numeraron de tambor del uno al cinco, al ser los espacios que deben almacenar más en todo el proceso, se aconseja almacenar a dos pisos para maximizar los espacios. Para poder nombrar los espacios de almacenamiento se utilizó el nombre del proceso siguiente o el tamaño para poder identificarla con mayor facilidad.

Figura 22

Propuesta de distribución de almacenamiento para cada proceso



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Se presenta en la tabla 22 la capacidad de cada uno de los espacios manejando los tambos a un solo piso, la capacidad del modelo de acomodo anterior era de 1430 tambos comparado con los 1399 del modelo propuesto. En los espacios del tambor uno al cinco y troqueles se manejará a dos pisos ampliando su capacidad al doble de 126, 152, 140, 140, 126 y 84 tambos a 252, 304, 280, 280, 152 y 168 respectivamente. Y aumentando la capacidad total de 1399 a 2167 tambos de producto, comparado con los 2,084 del modelo anterior.

Tabla 22

Capacidad de cada almacén en tambos

Nombre del almacén	Capacidad de almacenamiento en tambos
Tambor 1	126
Tambor 2	152
Tambor 3	140
Tambor 4	140
Tambor 5	126
Troqueles	84
Bola para tratamiento térmico 3	45
Bola para tratamiento térmico 1	20
Bola de 25 mm	270
Bola para tratamiento térmico 2	12
90 mm	64
80 mm	64
25mm	30
Pedido Especial	126
Total	1399

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Una vez teniendo los espacios identificados y confirmados, se necesitó esperar diez días después del paro planeado para cambiar la máquina DISA, esto para poder reducir el inventario de producto en proceso y producto terminado. Fue necesario el apoyo de los operadores de montacargas para poder mover los tambos de producto para poder reubicarlos, el apoyo del departamento de mantenimiento para reubicar las cizallas obsoletas que estaban ubicadas dentro de la zona A restringiendo la capacidad de los espacios para almacenar.

Cuando se estaba implementando el nuevo método de distribución de los almacenes de los tambos se encontró que en el área de embarques había muchos tambos con poco producto, lo cual, ocupaba mucho espacio, se le comentó a los operadores que necesitaban reubicar el producto que se encontraba en esos tambos para que se reubicaran en su proceso de fabricación respectivo o si era bola de rechazo que se reubicara para volverla a fundir. Con esto se ganó espacio en el área para poder almacenar los tambos que embarcan la mayor parte del tiempo siendo; 90mm, 80mm y 25mm.

Acondicionamiento de Espacios

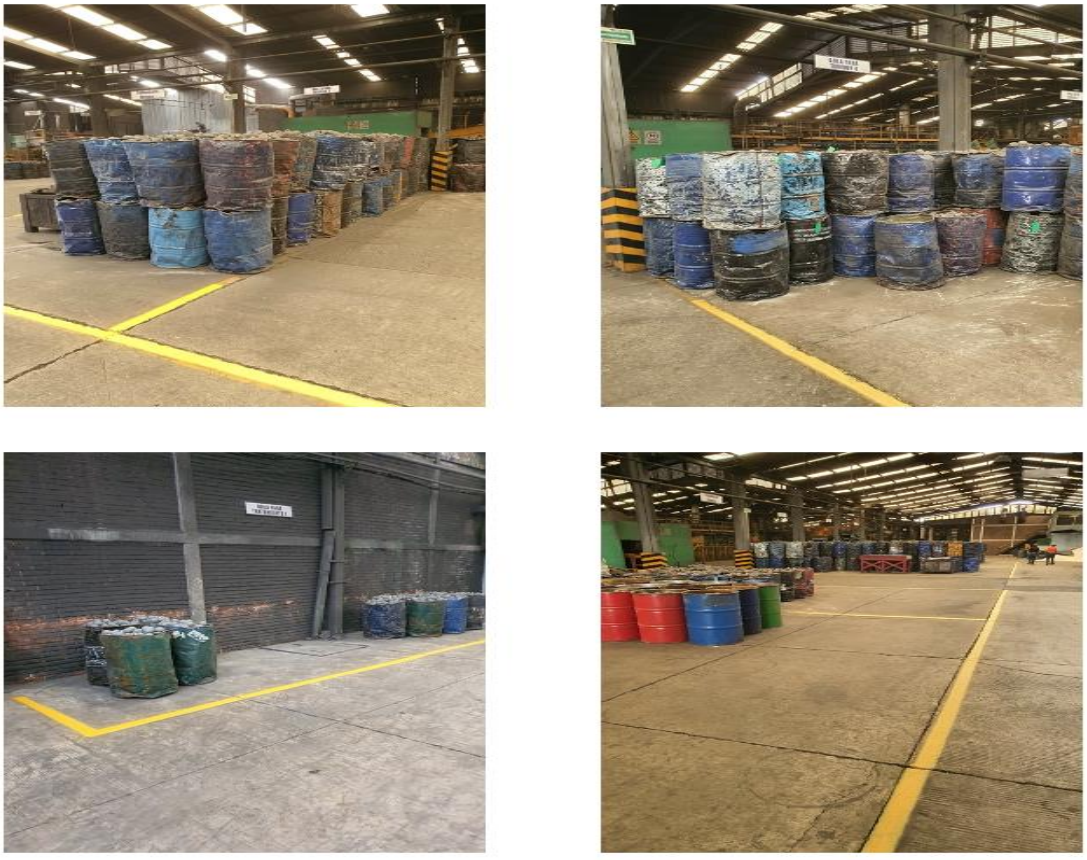
Se señalizó cada uno de los espacios usando una máquina pinta rayas de marca Rust-Oleum y latas de pintura a base de aceite color amarillo de la misma marca para delimitar los espacios, también se usaron lonas de 80 cm x 20 cm arriba de los espacios para poder señalarlos e identificarlos fácilmente.

Se dieron dos días para poder pintar todos los espacios y poder instalar los letreros que se usaron para identificar.

En la figura 23 y 24 se presentan fotos tomadas del interior de la planta después de haber pintado y señalizado los espacios, en la foto superior izquierda el almacén nombrado como tambor dos, foto superior derecha tambor 3, inferior izquierda bola para tratamiento uno y en la foto inferior derecha es una toma de la zona de embarques hacia el interior de la planta.

Figura 23

Fotos de la empresa pintada y señalizada 1



Fuente: Elaboración propia. (2020)

En la figura 24 se agregaron cuatro fotos, superior izquierda almacén de bola para tratamiento dos, superior derecha una toma desde tambor cuatro hacia la salida de la planta, inferior izquierda tambor cinco e inferior derecha en la zona de embarques bola de 90 mm.

Figura 24

Fotos de la empresa pintada y señalizada 2

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Capacitación de Personal

Se entrenó a cada uno de los operadores de manera individual, para asegurar el entendimiento. El autor acompañó con los operadores y se les explicó espacio por espacio, qué tipo de producto se debía colocar, de qué tipo de proceso, los espacios asignados por departamento, y las nuevas rutas que harían los operadores, también se les explicaron las principales razones por las que se hizo el cambio, que fue para poder reducir tiempos, disminuir la probabilidad de riesgos, hacer el trabajo más eficiente, facilitar su trabajo, eliminar la confusión de los espacios asignados.

Al final de la capacitación individual se les pedía a los operadores que explicarán lo que se les había enseñado con sus propias palabras para que mostraran compresión del nuevo modelo de distribución y qué acción en específico le tocaría hacer al operador dependiendo su proceso.

Capacitación a Directivos, Gerentes y Supervisores

Se capacitó a los directores, gerentes y supervisores para poder asegurar el éxito de la implementación y seguimiento del proyecto explicándoles la importancia del nuevo método de acomodo de tambos, y las ventajas que la empresa podría tener llevando a cabo los cambios sugeridos.

Se contó con el apoyo de todos los directivos, gerentes y supervisores, esto fue clave para poder transmitir a los diferentes niveles del organigrama el compromiso con el nuevo método de trabajo.

Identificación y Medición de Tiempos de las Distintas Rutas de Manera Retrospectiva

En la tabla 23 se muestra la relación entre cada proceso y recorrido con las distintas zonas.
Con base en los comentarios que hicieron los operadores sobre cuales eran los espacios más comunes de donde ellos tomaban los tambos antes de procesarlos y los espacios más comunes donde ellos acomodaban los tambos de producto una vez finalizado su proceso.

Tabla 23

Relación entre procesos y zonas

Proceso	Zonas de localización de los tambos
Banda 17ª Entrega	Zona A, Zona B, Zona C, Zona D, Zona F
Troqueles Recepción	Zona A, Zona B, Zona C, Zona D, Zona F
Troqueles Entrega	Zona A, Zona B, Zona C, Zona D, Zona F, Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona M, Zona Ñ, Zona O, Zona Q
Tambor Recepción	Zona A, Zona B, Zona C, Zona D, Zona F, Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona M, Zona Ñ, Zona O, Zona Q
Tambor Entrega	Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L, Zona M, Zona N, Zona Ñ, Zona O, Zona Q
Tratamiento Térmico Recepción	Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L, Zona M, Zona N, Zona Ñ, Zona O, Zona Q
Tratamiento Térmico Entrega	Zona E, Zona F, Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L, Zona N, Zona Ñ, Zona O, Zona Q, Zona R
Embarques	Zona E, Zona F, Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L, Zona N, Zona Ñ, Zona O, Zona Q, Zona R

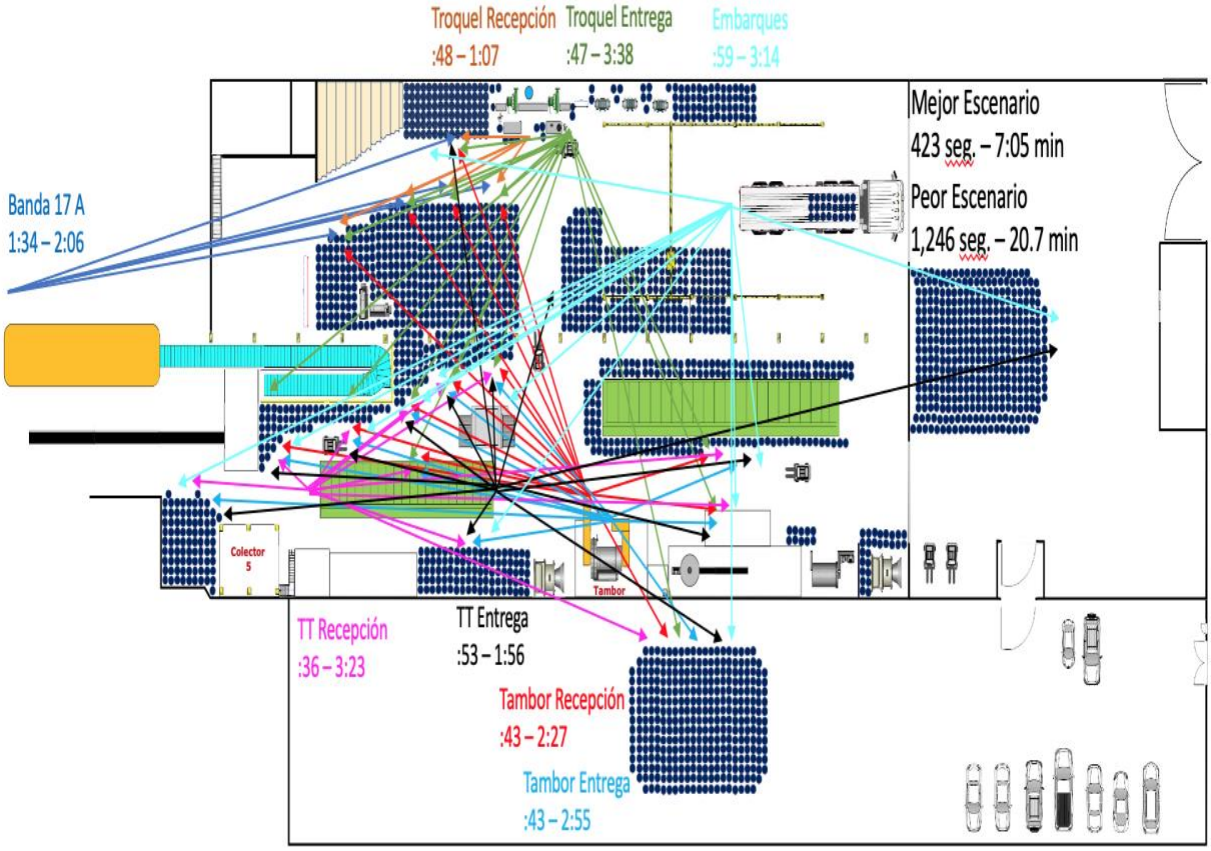
Fuente: Elaboración propia. (2020)

Como se mencionó anteriormente, la zona de embarques estaba llena de tambos, pero al preguntarles a los operadores encargados de este departamento cuáles eran los espacios más comunes de donde ellos tomaban los tambos con producto terminado y listo para ser embarcado, expusieron que eran las zonas: Zona E, Zona F, Zona G, Zona H, Zona I, Zona J, Zona K, Zona L, Zona N, Zona Ñ, Zona O, Zona Q, Zona R. Las zonas cercanas a sus actividades no eran los espacios más visitados por los del departamento de embarques.

En la figura 25 se muestran las rutas y los espacios donde los operadores tenían que recoger el material y los espacios a donde ellos iban a dejar los tambos finalizado el proceso. En azul se muestra la ruta de entrega de material de la banda 17ª, en naranja la recepción de material de troqueles, en verde la entrega de material de troqueles, en rojo la recepción de material del proceso de tambor, en azul claro la entrega de material del proceso de tambor, en rosa la recepción del proceso de tratamiento térmico, en negro la entrega del proceso de tratamiento térmico y en azul cielo el recorrido de embarques.

Figura 25

Plano de la empresa con las rutas de los procesos



Fuente: Elaboración propia. (2020)

Se hizo una medición de tiempos de manera retrospectiva de todas las rutas y ubicaciones disponibles para ver la variación en el tiempo invertido en las rutas para recibir o entregar el producto. En la tabla 24 se muestra la cantidad de tiempo invertido aproximadamente de cada uno de los recorridos que tienen que hacer antes y después de los procesos, la entrega de troqueles y la recepción de tratamiento térmico son los recorridos que más se pueden llegar a tardar, también podemos observar la variación en los tiempos de traslado desde el mismo punto de partida, como en la entrega de troqueles, el operador podía tardar desde 0:47 min, hasta 3:38 min.

Tabla 24

Tiempo invertido por proceso

Traslado	**Tiempo invertido**
Banda 17ª Entrega	1 min 34 seg – 2 min 6 seg
Troqueles Recepción	0:48 seg – 1 min 7 seg
Troqueles Entrega	0:47 seg – 3 min 38 seg
Tambor Recepción	0:43 seg – 2 min 27 seg
Tambor Entrega	0:43 seg – 2 min 55 seg
Tratamiento Térmico Recepción	0:36 seg – 3 min 23 seg
Tratamiento Térmico Entrega	0:53 seg – 1 min 56 seg
Embarques	0:59 seg – 3 min 14 seg

Fuente: Elaboración propia. (2020)

En el anexo G (Anexo G Tiempos Modelo Anterior - Medición de tiempos retrospectiva del modelo anterior**)** se muestra la medición de tiempos de todos los espacios de entrega y recepción de cada uno de los procesos de fabricación.

En la tabla 25 se expone la cantidad de espacios donde se podía encontrar producto para la recepción o entrega de cada uno de los procesos, siendo los que tenían menos espacios posibles el traslado de banda 17ª Entrega y troqueles recepción con cinco espacios, y siendo los que tenían más espacios posibles el traslado de troqueles entrega y tambor recepción con 14 espacios.

El hecho de que hubiera muchos espacios para entregar o recibir los tambos de producto en proceso o producto terminado creaba confusión en los operadores, discusión entre áreas o departamentos, mayor probabilidad de accidente, tráfico de montacargas y también provocaba que los operadores tuvieran que escombrar los espacios para poder hacer espacio libre para los nuevos pedidos generando retrabajos y pérdida de tiempo.

Tabla 25

Cantidad de espacios que estaban ocupados por proceso

Traslado por proceso	**Cantidad de espacios que estaban ocupados**
Banda 17ª Entrega	5 espacios
Troqueles Recepción	5 espacios
Troqueles Entrega	14 espacios
Tambor Recepción	14 espacios
Tambor Entrega	11 espacios
Tratamiento Térmico Recepción	11 espacios
Tratamiento Térmico Entrega	13 espacios
Embarques	13 espacios

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Percepción del Método Implementado

Posteriormente, el nuevo método de logística interna de transporte y acomodo se dejó madurar para que los operadores se familiarizaran con los espacios desde la tercera semana de agosto hasta la primera semana de marzo. En el mes de marzo se les realizó un cuestionario a los operadores de montacargas para compartir su opinión del nuevo modelo de acomodo impuesto en la empresa.

Después de haber realizado el cuestionario a los nueve participantes, se analizaron las respuestas y se clasificaron según el tema al que estaban relacionados: orden, tiempo, ventajas, desventajas, procesos y cantidad de tambos procesados. También se expondrán los temas: factores externos y calidad, ya que, los operadores hicieron comentarios relacionados con esos temas que no se tenían anticipados antes de la entrevista. Algunos comentarios relacionados con factores externos fueron que: el piso y los tambos estaban dañados, lo cual complicaba la maniobra de acomodo del tambo. Los comentarios relacionados con calidad fueron; que antes no se ponía atención al producto, solo se producía y ahora si se le ponía una mayor atención a la calidad de la producción (entrevista de CGGD).

Las palabras más relacionadas por esos temas son expuestas en la tabla 26, donde los operadores expresan desde su perspectiva las características, definiciones o palabras más relacionadas con cada uno de los temas en los que se presenta el análisis.

En siete de los ocho aspectos los operadores muestran su rechazo y conflictos que tenían con el modelo de distribución anterior.

Tabla 26

Resultados de la entrevista con el modelo anterior

		Modelo anterior
Aspectos	Orden	Desacomodo en áreas, operadores buscando producto, se adueñaban de espacios y tenían que escombrar
	Tiempo	Percepción de operadores de dos a diez veces mayor tiempo invertido, pérdida de tiempo buscando producto
	Factores Externos	Piso y tambos dañados
	Tambos Procesados	Mayor cantidad de tambos procesados en proceso de tambor con modelo anterior (sin inspección de calidad)
	Ventajas	Ninguna
	Desventajas	Conflictos entre departamentos, trabajo más pesado y peligroso
	Procesos	Complicados, genera retrabajos, muchas actividades para una persona
	Calidad	Problemas de calidad, complica seguimiento e inspección

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Construcción del Proyecto de Intervención

Se desarrolló e implementó un nuevo método de logística interna y distribución del almacén de producto terminado y producto en proceso, acercando los tambos al proceso siguiente para facilitar y disminuir el tiempo de traslado, identificando y asignando espacios específicos para cada proceso de fabricación, esto con el fin de eliminar la confusión de los operadores y eliminar el tiempo invertido buscando o preguntando a sus supervisores o compañeros dónde deberían de acomodar los tambos de producto.

En agosto de 2019 la empresa donde se desarrolló el proyecto de intervención realizó un paro de un mes para poder introducir una maquinaria nueva en un proceso crítico dentro de la organización conocido como vaciado. La maquinaria que se cambió fue la encargada de realizar los moldes de arena llamada moldeadora Disa con tecnología danesa.

La estrategia de la empresa había sido acumular inventario de producto en proceso y producto terminado, ya que, no se iba a poder fundir durante un mes para hacer la instalación de la nueva maquinaria. Se tuvo que esperar dos semanas para que el inventario bajara y se pudiera empezar a realizar la intervención y asignar los nuevos espacios para cada proceso. Se fue comentando a los operadores qué espacios debían atacar primero para poderlos vaciar.

Es relevante mencionar que para sacar la maquinaria obsoleta (cizallas*)* se tuvo que vaciar el inventario de producto alrededor de la maquinaria para poder sacarla y reubicarla. También se necesitaron dos montacargas a la vez por cada una de las máquinas, ya que, son piezas bastante

grandes y pesadas por lo que ninguno de los equipos es capaz de mover la maquinaria por si sola, también se acompañó con cadenas para sostener la carga y de tortugas para poder deslizarla en el piso con mayor facilidad. Cada una de estas maniobras tardaron alrededor de dos horas cada una.

Ya que se tenía afuera cada una de las cizallas, y el inventario se fue reduciendo, se le comentó a los operadores que se empezara a reubicar los tambos a sus nuevos espacios, pero que fueran los menos movimientos posibles. Se les comentó a los operadores que solo podían mover un tambo si lo iban a procesar, no podían mover un tambo para reacomodarlo.

Los espacios que primero se vaciaron para poder pintar y señalar fueron bola para troquel, bola para tratamiento térmico del uno al tres, se decidió hacer de esa manera, ya que, ya no había bola para troquel y los espacios de bola para tratamiento del uno al tres se tuvieron que escombrar por actividades que tenía planeada el departamento de mantenimiento. Posteriormente se pintaron e identificaron los espacios de bola para tambor del uno al cinco por que es donde se concentraba la mayor cantidad de tambos almacenados y finalmente se pintó e identificó el área de embarques, ya que ellos tenían que embarcar camiones casi todos los días, por lo que se tuvó que planear para no complicar sus operaciones.

Al mismo tiempo que se fue identificando cada uno de los espacios, se le fue dando un recorrido a cada uno de los operadores explicando cada uno de los espacios de almacenamiento, se les explicó cómo se llamaría el lugar, qué tipo de producto almacenaría,

qué departamento sería el responsable, cómo debía realizar la actividad y por último se les comentaba que el objetivo era facilitar su trabajo.

Para realizar la entrevista se citó a cada uno de los operadores, y se les mencionó que se les realizaría una entrevista con fines académicos y que solo se buscaba conocer su opinión acerca del proyecto de intervención que se realizó y si habían percatado alguna diferencia del modelo anterior al modelo actual.

Una vez realizadas las entrevistas se identificaron las zonas más comunes de almacenamiento dependiendo el proceso para poder hacer la medición de tiempos, se le pidió a uno de los operadores que realizara los traslados de cada uno de los procesos mientras se realizaría la medición de tiempos, se le comentó que realizara sus acciones tal y como lo realiza todos los días, para que la medición de tiempos fuera lo más real posible. Ya que se tenían todas las mediciones de todos los procesos, se armó un archivo de Excel para poder analizar los tiempos y poder saber cuáles eran los más rápidos y cuáles eran los más tardados. Posteriormente se representó en una imagen las rutas posibles que podían tomar los operadores para cada uno de los procesos.

Es de verdadera importancia el poder conseguir el apoyo y convicción de los integrantes de la empresa, ya que, en un estudio realizado por Antosz & Stadnicka (2017), se determinó que 87% de las empresas objeto de estudio tenían problemas implementando la metodología por su trabajo diario, y 33% de la problemática fue por falta de compromiso de parte de los empleados y resistencia de estos. Para poder poner en marcha el proyecto era necesario poder

expresar y hacer entender a todas las personas dentro de la organización que este nuevo método era para generar una mejora en su trabajo del día a día, y se necesitaba la convicción de los siguientes grupos:

1. Los operadores: encargados de realizar las actividades diarias de movimiento y almacenamiento de producto.
2. Los supervisores: encargados de que los objetivos del proyecto se cumplan en cada una de sus áreas.
3. Los gerentes: encargados de destinar personal para la implementación del proyecto y de mantener el método funcionando.
4. Los directores: encargados de aprobar y fondear el proyecto de intervención.

Para poder interesarlos en el proyecto se comunicó los principales problemas generados por la falta de acomodo de los tambos de producto en proceso como:

1. Pérdida de tiempo
2. Retrabajos
3. Discusiones entre áreas
4. Mínimo control de inventario
5. Mayor índice de accidentabilidad
6. Entorpecimiento de actividades
7. Maniobras comprometidas de los montacargas

Se realizó una estrategia similar con todos los grupos de personas necesarias para el éxito del proyecto. Se le explicó a los directores, gerentes y supervisores que se podría reducir el tiempo de traslado de los tambos, disminuyendo el tiempo invertido en traslados los operadores podrían estar más tiempo dedicado a sus actividades, y por lo tanto serían mas productivos. También se podrían reducir los accidentes relacionados con las maniobras de montacargas. Al Gerente de Mantenimiento se le comentó que, al haber una mejor distribución de acomodo en el almacén, el espacio alrededor de las máquinas quedaría restringido para el almacenamiento de los tambos para que mantenimiento pueda realizar sus actividades sin necesidad de pedirle a los operadores que quiten los tambos que rodean las máquinas para poder hacer mantenimiento preventivo o alguna reparación. Al Gerente de Producción se le comentó que podría ser más productivo liberando tiempo de los traslados para dedicarlos a las actividades críticas. A los supervisores se les comentó que si se estaban haciendo esfuerzos para cambiar la logística interna era para asegurar el buen desempeño de sus funciones y que la organización busca facilitar sus actividades simplificándolas.

Se encontró resistencia con el Gerente de mantenimiento al solicitarle que se eliminaran las dos cizallas localizadas dentro del almacén de producto en proceso, con el fin de facilitar el acomodo y ampliar el espacio disponible para el acomodo del producto. El Gerente de mantenimiento comentaba que no podía destinar gente a realizar esa maniobra, ya que, estaba instalando la nueva maquinaria, afortunadamente se planeó y se pudo eliminar la maquinaria obsoleta que obstruía las actividades.

También se encontró resistencia con el Supervisor de embarques, el cual, se le tuvo que explicar varias veces y de distintas formas la causa de por qué se cambió la distribución del almacén, mencionando las oportunidades que observó el autor. Dando un espacio específico de almacenamiento a los cuerpos moledores de 25mm, 80mm, y 90mm, que son los más vendidos por la empresa.

Conforme fueron avanzando los días, el inventario se reducía cada día y las personas iban avanzando con sus actividades pendientes sabiendo que algún día quedarían libres para poder ayudar en el proyecto de intervención realizando la nueva logística interna y distribución de almacenamiento de los tambos.

Para la tercera semana de paro fue necesario que se empezara a realizar el acomodo de los tambos, ya que, se pronóstico que necesitaríamos dos semanas para implementar el proyecto. Y a la quinta semana de paro la organización volvería a empezar actividades normales y eso podría complicar su implementación.

Se solicitó el apoyo del departamento de mantenimiento para eliminar la maquinaria obsoleta, a los operadores de acabado, producción, seguridad y limpieza y embarques de mover los tambos para poder empezar a designar los espacios, poder pintarlos, señalarlos y capacitar al personal para que a más tardar el día que empezaran actividades los operadores estuvieran familiarizados con los nuevos espacios designados para cada proceso y que ellos realizaran fácilmente su recorrido.

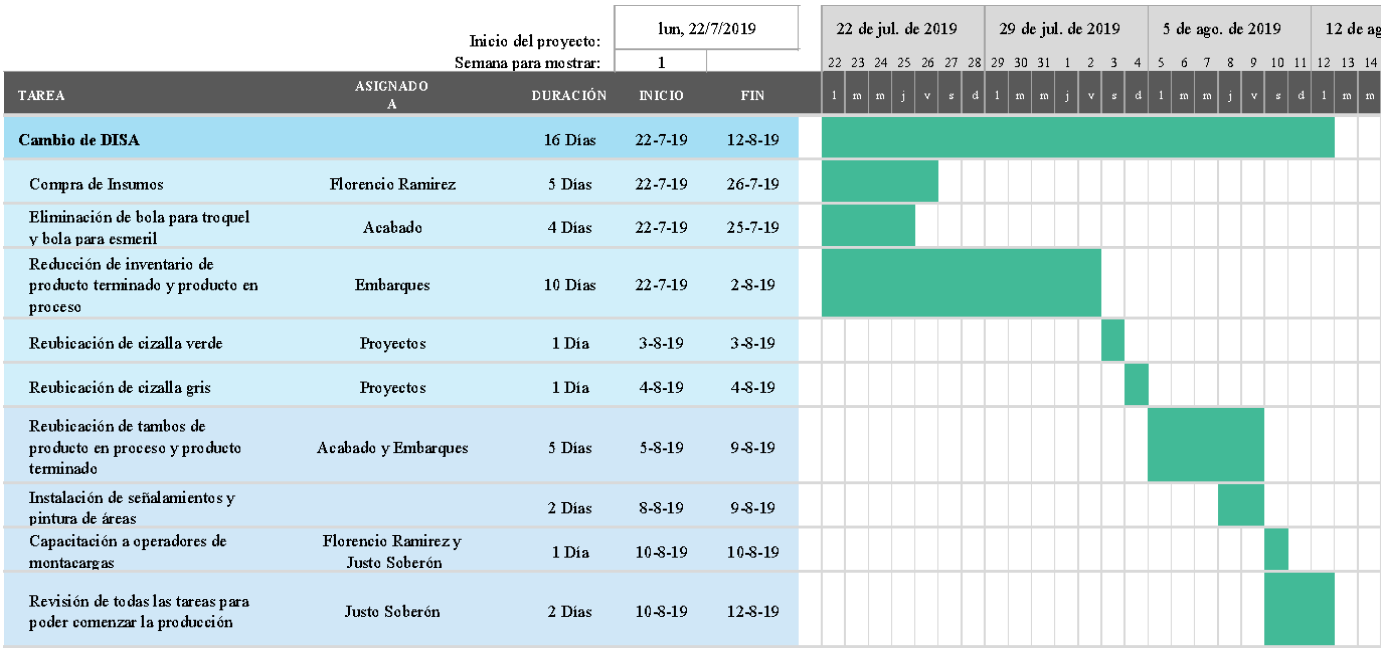
Plan de Acción

A continuación, se muestra en la figura 26 el calendario que se utilizó para poder realizar la implementación del nuevo método de distribución de almacenamiento del proyecto de intervención. También se puede ver en el Anexo H (Anexo H Programa de actividades para la implementación del método de distribución de acomodo de producto).

El cambio de la maquinaria DISA estaba programado para durar 16 días, empezando el lunes 22 de Julio de 2019 y finalizando el lunes 12 de agosto de 2019. Las actividades para la ejecución del plan de intervención de aplicaron de la siguiente manera.

Figura 26

Programa de actividades para la implementación del método propuesto



Inicio del proyecto: lun, 22/7/2019
Semana para mostrar: 1

TAREA	ASIGNADO A	DURACIÓN	INICIO	FIN
Cambio de DISA		16 Días	22-7-19	12-8-19
Compra de Insumos	Florencio Ramirez	5 Días	22-7-19	26-7-19
Eliminación de bola para troquel y bola para esmeril	Acabado	4 Días	22-7-19	25-7-19
Reducción de inventario de producto terminado y producto en proceso	Embarques	10 Días	22-7-19	2-8-19
Reubicación de cizalla verde	Proyectos	1 Día	3-8-19	3-8-19
Reubicación de cizalla gris	Proyectos	1 Día	4-8-19	4-8-19
Reubicación de tambos de producto en proceso y producto terminado	Acabado y Embarques	5 Días	5-8-19	9-8-19
Instalación de señalamientos y pintura de áreas		2 Días	8-8-19	9-8-19
Capacitación a operadores de montacargas	Florencio Ramirez y Justo Soberón	1 Día	10-8-19	10-8-19
Revisión de todas las tareas para poder comenzar la producción	Justo Soberón	2 Días	10-8-19	12-8-19

Fuente: Elaboración propia. (2019)

Compra de Insumos

Duración cinco días de lunes 22 de Julio a viernes 26 de Julio. El responsable de la actividad fue el Gerente de Capital Humano. Se compraron los insumos necesarios para la pintura de las áreas (máquina pinta rayas y latas de pintura), letreros de lona para señalar las áreas y tornillería para instalar los letreros.

Eliminación de Bola para Troquel y Bola para Esmeril

Duración cuatro días de lunes 22 de Julio a jueves 25 de Julio. El responsable de la actividad fue el departamento de Acabado. Los operadores procesaron toda la bola pendiente por el proceso de esmeril y troquel (separación).

Reducción de Inventario de Producto Terminado y Producto en Proceso

Duración diez días de lunes 22 de Julio a viernes 2 de agosto. El responsable de la actividad fue el departamento de Embarques. Se les pidió al equipo de Embarques que fueran reduciendo el inventario dando prioridad a las áreas que mas nos interesaba que se liberaran primero para poder reubicar las cizallas y poder identificar los espacios. Los operadores de embarques cumplieron con el calendario de embarques programados.

Reubicación de Cizalla Verde

Duración un día, sábado 3 de agosto. El responsable de la actividad fue el departamento de Proyectos. Usando dos montacargas, cadenas y tortugas, el equipo de proyectos reubicó la cizalla que se localizaba en el almacén de producto en proceso para ser trasladada a la nave de proyectos, a una zona designada para maquinaria obsoleta.

Reubicación de Cizalla Gris

Duración un día, domingo 4 de agosto. El responsable de la actividad fue el departamento de Proyectos. Usando dos montacargas, cadenas y tortugas, el equipo de proyectos reubicó la cizalla que se localizaba en el almacén de producto en proceso hacia la nave de proyectos, en una zona designada para maquinaria obsoleta.

Reubicación de Tambos de Producto en Proceso y Producto Terminado

Duración cinco días de lunes 5 de agosto a viernes 9 de agosto. El responsable de la actividad fue el departamento de Acabado y Embarques. Ambos departamentos ayudaron a trasladar los múltiples tambos a los espacios asignados para cada tambo dependiendo su proceso y/o tamaño

Instalación de Señalamientos y Pintura de Áreas

Duración dos días de jueves 8 de agosto a viernes 9 de agosto. El responsable de la actividad fue el departamento de Mantenimiento Mecánico. Utilizaron herramental para poder hacer la instalación de los letreros. Estos señalamientos ayudarán a identificar todas las áreas y sea más fácil acomodar el producto.

Capacitación a operadores con la Nueva Distribución de Almacenamiento

Duración de un día, sábado 10 de agosto. El responsable de la actividad fue el autor (Justo Soberón) y el Gerente de Capital Humano. La capacitación consistió en explicar a detalle el nuevo método de trabajo, se les explicó a los operadores cada uno de los nuevos espacios de almacenamiento, y se les explicó la ruta que cada uno de los operadores tendrían que hacer dependiendo su trabajo.

Revisión de áreas

Duración de dos días de sábado de 10 de agosto a lunes 12 de agosto. El responsable de la actividad fue el autor (Justo Soberón). Se dedicaron dos días para asegurar que todas las instalaciones estuvieran conforme a lo planeado para poder comenzar actividades y que todos los operadores estuvieran familiarizados con los nuevos espacios, las nuevas rutas, y la nueva forma de trabajar.

Determinación de los insumos

Para poder lograr el proyecto de intervención fue necesario contar con los siguientes componentes:

1. Montacargas: necesario para realizar todas las maniobras de acomodo de producto, ya se cuenta con equipos dentro de la organización
2. Dos cajas de seis latas de pintura para piso: para designar los espacios y límites de las áreas
3. Máquina “Pinta rayas”: dispositivo para facilitar la tarea de pintar líneas en el piso
4. Material para transportación de maquinaria: cadenas y tortugas que facilitaron la maniobra para sacar las dos cizallas del almacén de producto en proceso, ya se cuenta con el material.
5. Capacitación en el área al personal de los distintos departamentos para que se familiaricen con los nuevos espacios.
6. Letreros (bola para troquel, bola para tambor 1, bola para tambor 2, bola para tambor 3, bola para tambor 4, bola para tambor 5, bola para tratamiento térmico 1, bola para tratamiento térmico 2, bola para tratamiento térmico 3, 25 mm, 80 mm, 90 mm)

Costo total del proyecto

En la tabla 27 se dan a conocer los conceptos de artículos necesarios para la implementación y señalización de los espacios designados para el almacenamiento del producto. El concepto más costoso fue el de la máquina pinta rayas, pero ayudó a la fácil delimitación de cada uno de los espacios, y que fuera mas fácil darle mantenimiento para poder repintar los espacios.

Tabla 27

Costo total del proyecto

Concepto	Costo
Máquina “pinta rayas”	$3,340
Pintura de rayas en invertido 18 oz. Color Amarillo	$170
Letreros de Lona de 80 cm x 20 cm – 12 unidades	$ 1,000
Taquetes de plástico 3/8” 100 piezas	$60
Pija 3/8 x ½ 100 piezas	$40
Rondana plana 3/8 600 piezas	$40
Total	**$4,650**

Fuente: Elaboración propia con base en el costo total del proyecto (2020)

Resultados del plan de intervención

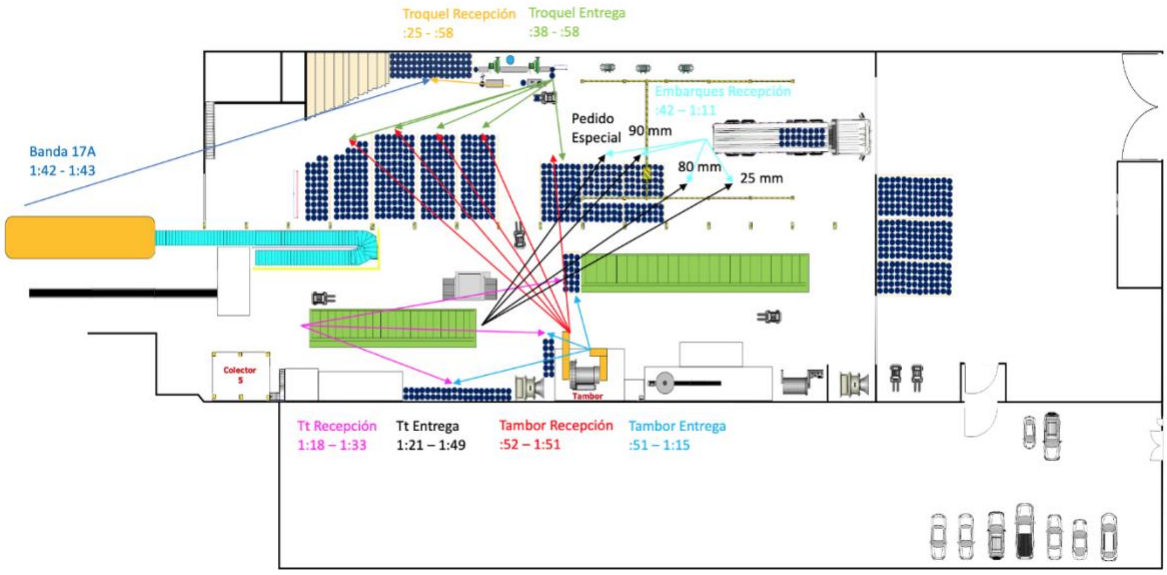
El modelo se implementó en agosto de 2019, y la entrevista se realizó en abril de 2020. Los espacios se designaron, pintaron e identificaron, se capacitó al personal para que respetara los nuevos espacios enseñándoles los límites de cada uno de los espacios.

Después del proyecto de intervención las rutas de traslados para almacenar producto se redujeron, disminuyendo la complejidad de rutas dentro de las instalaciones de la empresa.

En la figura 27, se muestran las rutas actuales que realizan los operadores de montacargas para cada uno de los procesos de recepción y entrega, se siguió con el mismo código de colores para cada uno de los procesos siendo azul la ruta de entrega Banda 17ª, naranja la recepción de troqueles, verde la entrega de troqueles, rojo la recepción del proceso de tambor, azul claro la entrega del proceso de tambor, rosa la recepción del proceso de tratamiento térmico, negro la entrega del proceso de tratamiento térmico y azul cielo la recepción de embarques.

Figura 27

Ruta de los operadores con la nueva distribución



.

Fuente: Elaboración propia. (2020)

En la tabla 28 se muestra una comparación de los tiempos que se invertían con el modelo de distribución anterior y el modelo actual, la entrega de troqueles y la recepción de tratamiento térmico son los recorridos que más se tardaban con 3:38 min y 3:23 min, con el modelo actual son la recepción del tambor con 1:51 min y la entrega del tratamiento térmico con 1:49 min. Los recorridos más cortos en el modelo anterior eran Tratamiento Térmico Recepción con 0:36 seg y tambor recepción y entrega con 0:43 seg, y en el modelo actual son troqueles recepción con 0:25 seg y troqueles entrega con 0:52 seg.

El tiempo mínimo invertido de todo el traslado del producto se aumentó un diez por ciento de aproximadamente 423 segundos invertidos en todo el recorrido contra aproximadamente 469

segundos invertidos en el recorrido, debemos considerar que en el escenario anterior los espacios estaban más comprometidos haciendo que la maniobra fuera más difícil y tardado de realizar y había un mayor tráfico de montacargas, el cual, no se puede replicar en la toma de tiempos retrospectiva.

En el tiempo máximo se disminuyó en un 46% de 1246 segundos a 678 segundos, con la propuesta de distribución de almacenamiento actual se disminuyó prácticamente a la mitad el tiempo de los recorridos en el escenario más tardado.

Tabla 28

Tiempo invertido por proceso modelo anterior vs modelo actual

Traslado	**Tiempo invertido modelo anterior**	**Tiempo invertido modelo actual**
Banda 17ª Entrega	1 min 34 seg – 2 min 6 seg	1 min 42 seg – 1 min 43 seg
Troqueles Recepción	0:48 seg – 1 min 7 seg	0:25 seg – 0:58 seg
Troqueles Entrega	0:47 seg – 3 min 38 seg	0:38 seg – 0:58 seg
Tambor Recepción	0:43 seg – 2 min 27 seg	0:52 seg – 1 min 51 seg
Tambor Entrega	0:43 seg – 2 min 55 seg	0:51 seg – 1 min 15 seg
Tratamiento Térmico Recepción	0:36 seg – 3 min 23 seg	1 min 18 seg – 1 min 33 seg
Tratamiento Térmico Entrega	0:53 seg – 1 min 56 seg	1 min 21 seg – 1 min 49 seg
Embarques	0:59 seg – 3 min 14 seg	0:42 seg – 1 min 11 seg
Total de Segundos invertidos	Min: 423 seg Max: 1246 seg	Min: 469 seg Max: 678 seg

Fuente: Elaboración propia. (2020)

En el anexo I (Anexo I Tiempos Modelo Actual - Medición de tiempos con el modelo de distribución actual) están representados los tiempos tomados de cada uno de los recorridos de recepción y entrega de cada uno de los procesos con el modelo de distribución actual.

Los espacios donde se almacenaba cada uno de los tambos también se redujeron en la tabla 29 se muestra la comparativa de espacios donde se podía encontrar producto de cada uno de los recorridos. Banda 17ª entrega y troqueles recepción se redujeron de cinco espacios a solo uno, troqueles entrega y tambor recepción se redujeron de 14 a cinco espacios, tambor entrega y tratamiento térmico recepción de once a tres espacios y tratamiento térmico entrega y embarques de trece a cuatro espacios.

Los espacios disponibles para almacenar producto se disminuyeron de 18 a 13 espacios disponibles reduciendo en un 31% la cantidad de espacios donde los operadores podían almacenar producto, esto con el fin de reducir el tiempo y la confusión de los operadores a la hora de acomodar.

Con la distribución anterior la cantidad de espacios disponibles de cada uno de los procesos que se podían llegar a utilizar para almacenar los tambos en todo el proceso de fabricación era de 86 espacios posibles en donde se podía almacenar cualquier tipo de tambo, actualmente es de 24 espacios disponibles, al haber limitado el tipo de producto y proceso por espacio de almacén. La cantidad de espacios posibles en donde se podía almacenar cualquier tambo se redujeron en un 72%, generando menor confusión entre los empleados y estableciendo un promedio del tiempo que debe tardar en realizar su traslado el operador, reduciendo la

variabilidad del tiempo invertido, esto a través de la reducción de espacios pensados para almacenar el producto.

Tabla 29

Cantidad de espacios modelo anterior vs modelo actual

Traslado por proceso	**Cantidad de espacios que estaban ocupados**	**Cantidad de espacios disponibles**
Banda 17ª Entrega	5 espacios	1 espacio
Troqueles Recepción	5 espacios	1 espacio
Troqueles Entrega	14 espacios	5 espacios
Tambor Recepción	14 espacios	5 espacios
Tambor Entrega	11 espacios	3 espacios
Tratamiento Térmico Recepción	11 espacios	3 espacios
Tratamiento Térmico Entrega	13 espacios	4 espacios
Embarques	13 espacios	4 espacios

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Los operadores compartieron su opinión en la entrevista acerca de lo que pensaban de cada uno de los temas estudiados (orden, tiempo, ventaja, desventaja, procesos, cantidad de tambos procesados, factores externos y calidad) en el escenario anterior y el actual, haciendo énfasis, en que se ha mejorado el orden del proceso productivo desde la perspectiva de los colaboradores, comentando que, ahora es mas fácil localizar el producto y los espacios para acomodar los tambos, los espacios están señalados e identificados, el almacén está organizado, y que ahora los espacios están designados para tamaños y medidas específicas. Los operadores también comentaron las ventajas actuales, tales como; que el trabajo es mas fácil, tranquilo,

rápido, existe mejor comunicación entre departamentos, menor probabilidad de accidentes, mayor organización y visión.

Es importante mencionar que la palabra que más comentaron los operadores relacionada con las desventajas del acomodo actual es; “ninguna”, y la palabra más comentada con las ventajas del acomodo anterior fue la misma palabra; “ninguna”.

Los operadores comentaron que su trabajo es más fácil y ágil de elaborar con el modelo actual, también comentaron que percibían una reducción en tiempos recorridos de recepción y/o entrega de tambos de entre dos a diez veces más rápido que en la distribución anterior.

En la tabla 30, se encuentran los aspectos (orden, tiempo, ventaja, desventaja, procesos, cantidad de tambos procesados, factores externos y calidad), y las palabras más comentadas por los operadores que se relacionan con cada aspecto acerca del modelo de distribución anterior y el modelo de distribución actual.

Tabla 30

Resultados de la entrevista con el modelo anterior y actual

		Modelo anterior	Modelo actual
Aspectos	Orden	Desacomodo en áreas, operadores buscando producto, se adueñaban de espacios y tenian que escombrar	Mejor localización de tambos, producto señalado, identificado y organizado y espaciosdesignados.
	Tiempo	Percepción de operadores de dos a diez veces mayor tiempo invertido, perdida de tiempo buscando producto	Percepción de operadores de dos a diez veces más rápido.
	Factores Externos	Piso y tambos dañados	Piso y tambos dañados
	Tambos Procesados	Mayor cantidad de tambos procesados en proceso de tambor con modelo anterior (sin inspección de calidad)	Mayor cantidad de tambos procesados en los procesos de acabado y embarques
	Ventajas	Ninguna	Fácil, tranquilo, mayor satisfacción de los colaboradores, rápido, mejor comunicación entre áreas, menor probabilidad de accidentes, mejor organización
	Desventajas	Conflictos entre departamentos, trabajo mas pesado y peligroso	Ninguna
	Procesos	Complicados, genera retrabajos, muchas actividades para una persona	Simplificados, eficientes, reducción de tareas
	Calidad	Problemas de calidad, complica seguimiento e inspección	Mejor seguimiento de calidad y eliminación de defectos

Fuente: Elaboración propia. (2020)

Conclusiones

Podemos concluir que se implementó un método ágil al haber hecho el proceso más eficiente reduciendo el tiempo invertido y la cantidad de pasos que los operadores tenían que realizar para lograr el cumplimiento de sus actividades. La cantidad de rutas que realizaban los operadores se redujeron, disminuyendo la complejidad y confusión. Se redujeron la cantidad de espacios en donde se podían almacenar los tambos de los diversos tamaños y procesos, esto facilitó y agilizó el trabajo que realizan los operadores. También podríamos comentar que al señalizar los espacios de almacenamiento nos aseguramos de que los espacios se respeten, ya que ahora los operadores no necesitan pensar o verificar dónde deberán almacenar los tambos que van generando en su proceso, con el método actual los operadores saben perfectamente donde deben depositar los tambos de producto en cualquiera de los espacios identificados para almacenar el producto de su proceso.

También podemos concluir que para el costo total del proyecto, es ampliamente recomendable la implementación de la metodología cinco “S”, ya que facilitó y agilizó los procesos generando; mayor orden en áreas, menor tiempo invertido por proceso, mayor seguridad para el personal y mejor seguimiento a la calidad del producto.

Fue un proyecto complejo para poder implementar en las áreas de trabajo por la dificultad de la maniobra con los tambos de producto, debemos recordar que cada tambo pesa cerca de una tonelada por lo que los equipos se ven limitados a solo mover un tambo a la vez. Sin embargo, coincidió con el paro planeado designado para la instalación de la maquinaria DISA, lo cual, dio el tiempo necesario para la implementación del proyecto y permitió vaciar lo suficiente del

basto inventario que tiene la empresa como para poder reubicar los tambos de producto en proceso y producto terminado acorde a la propuesta de la nueva distribución de material.

Aca (2018) opina que, una organización aumenta su rentabilidad cuando controla y reduce al máximo sus desperdicios. La metodología 5 “S” brindó el apoyo, orientación y bases para poder cumplir los objetivos eliminando los diversos tipos de desperdicio de las áreas, haciendo las áreas más esbeltas, señalando los espacios para su fácil identificación, ordenando el material, limpiando las áreas, dejándolas libres de obstáculos y capacitando al personal para que se mantengan y respeten los espacios asignados. La máquina pinta rayas sirvió para delimitar las áreas trazando líneas de pintura con rapidez y precisión, lamentablemente la pintura que utiliza no funcionó como lo esperado para las condiciones de mucho polvo que se experimenta dentro de las instalaciones de la organización, las líneas de pintura pierden bastante visibilidad pasando una semana de trabajo, por lo que es necesario pintar constantemente o en un futuro poder conseguir otro tipo de pintura para piso, se recomienda encontrar otro tipo de pintura que pueda resistir el tráfico constante.

Para poder asegurar el éxito del proyecto fue necesaria la convicción y apoyo de los operadores, supervisores, gerentes y directivos, ya que, sin la convicción de las personas que conforman la organización, el proyecto no hubiera sido posible, es por eso por lo que la capacitación individual y detallada a operadores, supervisores, gerentes y directivos fue clave. Es necesario comentar que el punto mas crítico de todo el proyecto fue el convencimiento de todos en la organización, ya que, si alguno de los integrantes decidía no implementar el nuevo modelo de distribución en su área, el proyecto hubiera sido todo un fracaso.

El tiempo que se dio para madurar el proyecto antes de las entrevistas y mediciones de tiempo fue necesario para que la organización se acostumbrara al nuevo método de trabajo, y el personal perteneciente a la empresa tuviera el tiempo suficiente para alcanzar a percibir la mejora que hubo en el proyecto de implementación en el flujo del material y los traslados de los operadores de montacargas en el acomodo del producto.

El tiempo total invertido en el recorrido de los tambos disminuyó considerablemente tanto en la toma de tiempos (realizada desde un enfoque retrospectivo), como desde la perspectiva de los operadores. En la medición de tiempos se tuvo una disminución de 46% en el escenario más tardado comparando el modelo anterior del modelo actual. Y desde la perspectiva de los operadores de montacargas los tiempos se mejoraron en proporciones desde dos a diez veces más rápido que con el modelo anterior.

En las entrevistas que se realizaron a los operadores, comentaron el cambio favorable que ellos perciben en la empresa al modificar su propuesta de distribución de almacenamiento, y de igual forma comentaron que su trabajo se mejoró y facilitó, ayudándoles a definir bien sus actividades en sus recorridos y eliminando la confusión. Los operadores coincidieron diciendo que no encontraban desventajas en el modelo de distribución actual y que percibían diversas ventajas, tales como: mejor acomodo, mayor organización, mayor satisfacción en el trabajo, menor posibilidad de accidente y que el trabajo ahora es más fácil y rápido.

Referencias

Aca, N. (2018) 8 desperdicios en las empresas: Lean Manufacturing. https://www.merca20.com/8-desperdicios-en-las-empresas-lean-manufacturing/

Andrea, Emilio B (2014) Bloque II – Capitulo 8. Molienda, *Universidad de Cantabria.* https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/8._molienda.pdf

Antosz, K. & Stadnicka, D. (2017) Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna_Antosz/publication/316354963_Lean_Philosophy_Implementation_in_SMEs_-_Study_Results/links/594902e70f7e9b1d9b275e12/Lean-Philosophy-Implementation-in-SMEs-Study-Results.pdf

Corominas Enric, Tesouro Montserrat, Capell Maria, Teixido Joan, Pelach Joaquín, Cortada Ramon, (2006) Percepción del profesorado ante la incorporación de las competencias genéricas de la formación universitaria. *Revista de Educación.* https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/69040/00820083000090.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Editorial Etecé (2020) Proceso https://concepto.de/proceso/#ixzz6FwxJjMBx

Figueredo Lugo, F. J. (2015) Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. https://www.redalyc.org/pdf/2150/215047546002.pdf

García-Sabater, Jose P. (2020) Introducción a la Mejora e Innovación Continua

http://hdl.handle.net/10251/138801

Gisbert, V (2015) Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación mas usuales. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5013490

Gresesqui-Lobaina, E., Rodríguez-González, I., Fernández-Columbié, T. (2016) Caracterización del acero 70XL empleado en la fabricación de bolas para molienda del clinker.

Secretaría de Economía (2022) *Minería.* https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria

Gobierno de México, (2022) https://www.gob.mx/stps/que-hacemos

Guiness, Harry (2020) 8 Razones por las que es importante establecer objetivos https://business.tutsplus.com/es/tutorials/why-is-goal-setting-important--cms-32362 https://www.redalyc.org/journal/2235/223553249009/html/

H. James Harrington (1994) (Trad. G. Rosas Lopetegui) *Mejoramento de los Procesos de la Empresa* (1ª Edicion) Santafé de Bógota, D.C., Colombia: McGraw-Hill Intermamericana S.A.

Mariño, H. (2001) *Gerencia de Procesos* (1ª Edicion) Pitagoras 1139, Col. Del Valle, 03100 México. D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Marulanda y González (2016), Factores claves de éxito en la implementación de lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/3155/3721

Nava-Martínez, I., León-Acevedo, M.A., Toledo-Herrera, I. y Kido-Miranda J.C. (2017)

Metodología de la aplicación 5'S.

https://docplayer.es/84436545-Metodologia-de-la-aplicacion-5-s.html

Pérez, V y Quintero, L (2017) Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones.

https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf

Piucco, E. (2018) Los 8 desperdicios mas comunes en empresas: Aprenda como identificarlos y evitarlos.

https://www.agpr5.com/los-8-desperdicios-mas-comunes-en-empresas-aprenda-como-identificar-y-evitarlos-parte-1/

Quesada-Pineda, H., Buehlman, U. y Arias E. (2018) Pensamiento Lean: Ejemplos y Aplicaciones en la Industria de Productos de Madera.

https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/87901/CNRE-33S.pdf?sequence=1

Rico, R. (1993) *Calidad Estratégica Total: Total Quality Managemente. Diseño, Implementación y Gestión del Cambio Estratégico Imprescindible.* (3ª Edición) Buenos Aires, Argentina: Macchi Grupo Editor S.A.

Real Academia Española (2014) *Definición de Proceso*

https://dle.rae.es/proceso

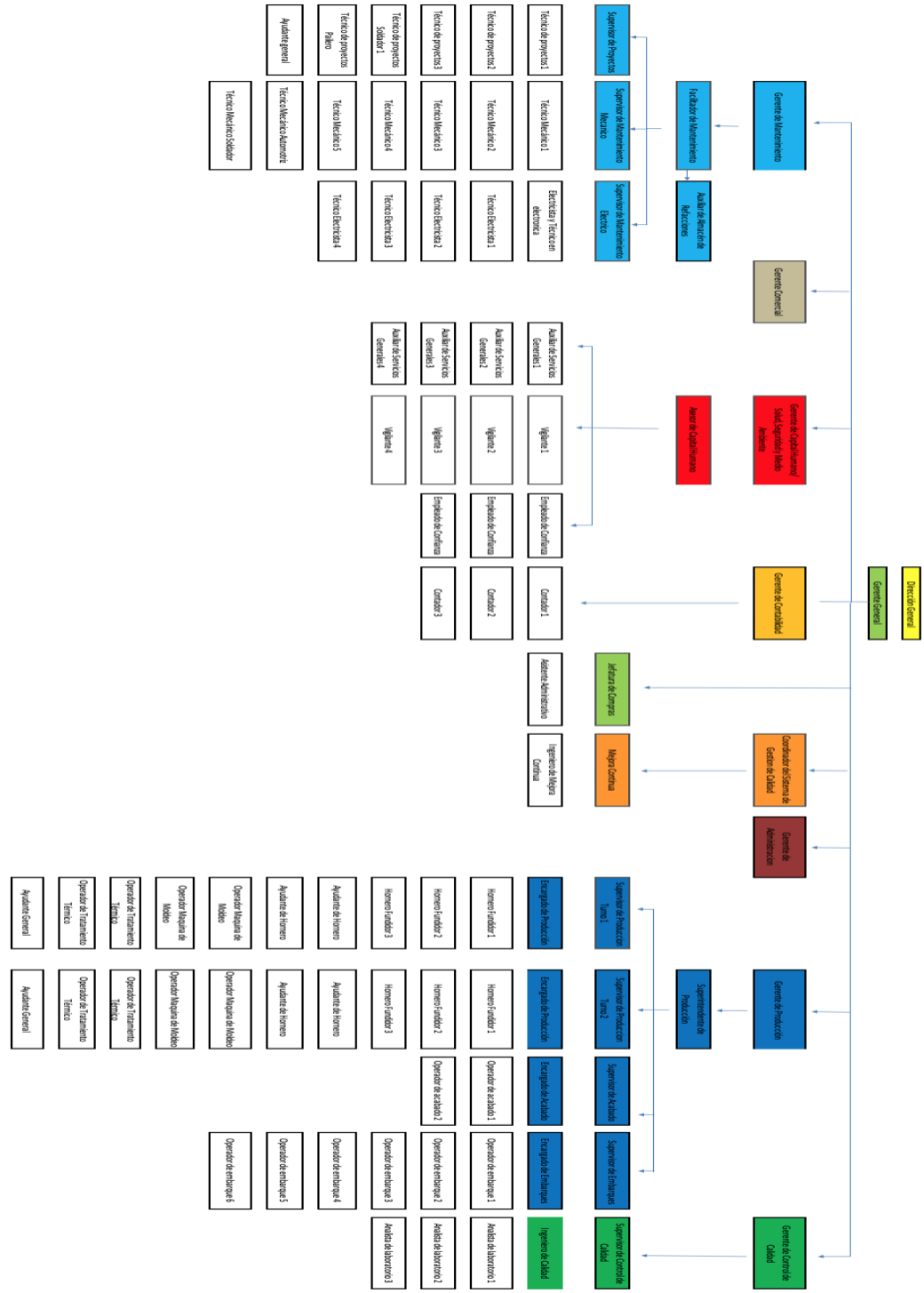
Suárez, M. (2007) *El Kaizen: La filosofía de Mejora Continua e Innovación Incremental detrás de la Administración por Calidad total.* (1ª Edicion) Manuel Ma. Contreras 45 B Col. San Rafael 06470 – México, D.F.: Panorama Editorial, S.A. de C.V.

Tapia, J., Escobedo, T., Barron, E., Martínez, G, y Estebane, V. (2017) Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-24492017000300171&script=sci_arttext

Vorkapic, M., Cockalo, D., Dordevic, D., y Besic, C. (2017) Implementation of 5s tools as a starting point in business process reengineering. http://cer.ihtm.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/2072/2070.pdf?sequence=1&isAllowed=y

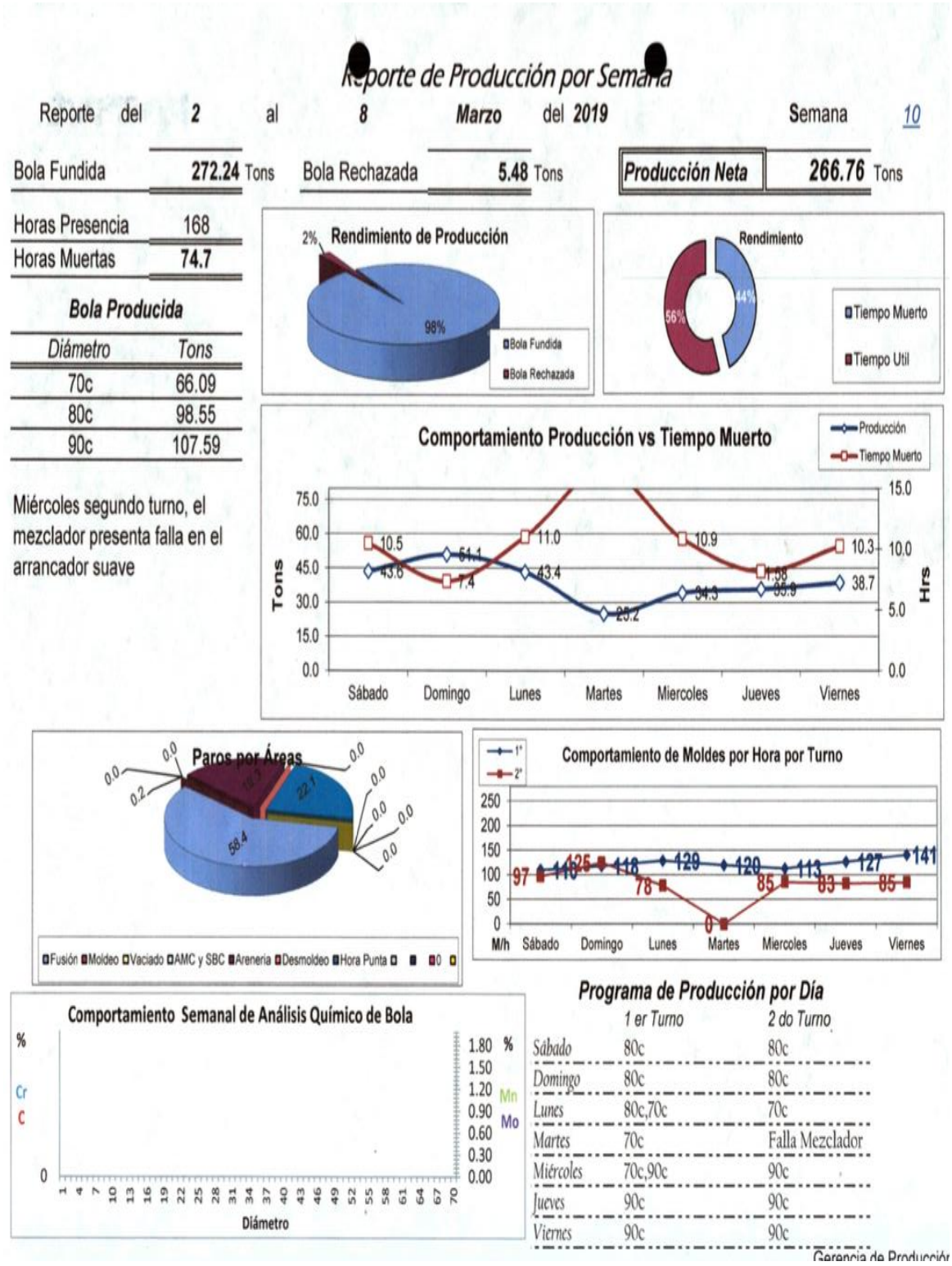
Anexos

Anexo A Organigrama de la Organización



Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Capital Humano (2019).

Anexo B Reporte semanal – semana 10 - 2019



Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Producción (2019).

Anexo C Reglamento Interior de Trabajo

El objetivo del presente es hacer conocer el reglamento interior de trabajo que entrara en vigor a partir de la fecha mencionada, el personal debe respetar, sin excepción las reglas que se han creado, a continuación, se enlistan

.

1. **Todo el personal que ingresa, Colaborador o externo dentro de la empresa deberá portar el equipo de protección personal (EPP) que se le asignará a su cargo y deberá portarlo invariablemente al momento de realizar sus actividades, dicho equipo contará con registro de entrega por medio de su vale correspondiente llámese EPP al casco, gafas, botas de seguridad, faja, guantes, etc**.

Nota: el casco se deberá emplear colocado en la cabeza sin ningún objeto debajo de él (gorras). las gafas deberán estar colocadas enfrente de los ojos, no en la bolsa del pantalón o encima de la cabeza.

2. Se le llamara la atención al personal (sobre el uso del equipo de protección personal), cuando no lo porte o lo haga de forma incorrecta, si reincide en no ponerse el EPP después de 3 llamadas de atención se levantara reporte por escrito y capital humano aplicara sanción de 1 a 6 días sin goce de sueldo.

    a) La empresa se obliga a llevar un control de entrega de equipo (este se llevará en registro personal de acuerdo al documento FOR-CAPI-EPP-02 Acta de entrega de EPP.
    b) La entrega de EPP. se realizará únicamente en forma personal.
    c) Al momento de realizar un cambio de EPP se hará invariablemente en contra entrega del equipo usado y el Colaborador llenará la salida de almacén autorizada por su supervisor.
    d) Solo se cambiará EPP que de acuerdo al uso normal ya no se encuentre en condiciones de uso.
    e) Se pondrá una sanción de índole económico si el personal, por uso negligente, dañe o modifique el EPP.
    f) Las áreas en donde se requiere de EPP especifico tendrán colocado el pictograma o leyenda impresa.

g) El EPP que requiera salir de las instalaciones de la empresa para aseo como ropa de trabajo que se lleve el personal para su lavado, botas de seguridad etc. puede salir sin problema.

h) De acuerdo a lo siguiente "la seguridad es compartida, la seguridad somos todos", se le asigna todo el derecho a cualquier persona que sorprenda a otra haciendo mal uso del EPP de reportarlo al supervisor, gerente o capital humano.

i) El supervisor de cada área realizara labor de convencimiento con su personal para utilizar correctamente el equipo de protección personal de acuerdo a la matriz de uso, dentro del lugar de trabajo.

j) Se negará el paso a toda persona ajena o de planta al interior de las instalaciones cuando no cuente con su EPP de acuerdo a la matriz de uso. también se les pedirá a los proveedores que al momento de entrar a la planta traigan puesto su EPP (casco, botas, gafas chaleco de color).

k) La empresa se compromete a tener en la entrada equipo de protección personal para los visitantes que por algunas razones no cuenten con el mismo y que tengan la necesidad de entrar, toda persona que ingrese a la planta deberá de registrarse en la entrada y para poder entregarle el EPP tendrá que entregar una identificación que al momento de abandonar la planta le será regresada a cambio del EPP.

3. En referencia al uso de instalaciones de la empresa, todo el personal tiene la obligación de hacer uso adecuado de todas y cada una de las instalaciones, esto con el fin de crear conciencia en el personal de tener la primicia "un lugar limpio y ordenado siempre será un lugar seguro". para lo cual se tomarán en cuenta las siguientes acciones de las cuales todos somos responsables.

a) Cada área en particular será la responsable de mantener orden y limpieza (5 estrellas) en la zona correspondiente. Cada empleado debe entregar su lugar de trabajo limpio y ordenado a su compañero antes de retirarse,

b) El Supervisor se encargará de realizar inspecciones diarias de su área a fin de conocer los espacios en donde se presenten condiciones inseguras (se conoce como condición insegura a las cosas u objetos que por su forma o condición se encuentren latentes de

ocasionar un peligro o riesgo de accidente) dando seguimiento para que sean corregidas.

c) Cada supervisor se hará responsable de conocer, entender, dominar y enseñar los principios básicos de la metodología 5 estrellas.

d) Los equipos o maquinaria como montacargas, bob-cat u otro equipo que hayan sido dañados por acciones o uso inapropiado del personal serán causa de sanción, ya sea disciplinaria o monetaria. El monto será de acuerdo al costo de reparación, capital humano determinará la sanción.

e) Todo el personal deberá de evitar dañar los baños, lockers y demás instalaciones de la empresa, en caso de reporte de daño capital humano realizara la investigación y posteriormente definirá una sanción si es necesario.

f) las áreas de trabajo deberán de estar señaladas con líneas amarillas demarcando el área de maquinaria, así como de pasillos peatonales donde se pueda caminar de forma segura, cada supervisor debe programar el remarcado de líneas cuando se borren.

g) Los empleados que usan bicicletas en el interior de la planta deberán colocarlas en el lugar asignado para las mismas.

h) Queda prohibido el uso de teléfonos celulares para personal operativo dentro de la planta, deberán dejarlo en vigilancia a la entrada y recogerlo a la salida,

i) Personal administrativo podrá usarlo para fines de trabajo,

j) No se podrán usar radios, mp3 o cualquier dispositivo que sirva de distractor para el personal en las áreas productivas, el supervisor será responsable de administrar disciplina en su área y con el personal a su cargo.

k) Es responsabilidad de las gerencias y supervisores difundir los documentos del sistema de gestión de calidad (ISO:9001:2015) que apliquen al personal a su cargo

l) Es responsabilidad de todos los Empleados revisar, entender y aplicar los documentos del sistema de gestión de calidad que le correspondan para dar cumplimiento a la política de calidad, misión, visión, y valores de la empresa.

4. Todos los Empleados deben respetar el horario de entrada y salida asignado a cada área, la entrada, deben estar antes de su horario para ponerse su uniforme, EPP, y recibir los pendientes del turno anterior y dar seguimiento a las actividades.

Cuando por alguna razón algún empleado no pueda presentarse a laborar debe reportarse vía telefónica con su supervisor para avisar, si no lo hace se le considerara como falta injustificada y el supervisor reportara a capital humano.

Cuando por motivos de salud no pueda presentarse a labores solo será válido el documento emitido por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMMS), receta o incapacidad.
Salida, es responsabilidad de todos los empleados entregar su lugar limpio y ordenado, así como los pendientes que queden para seguimiento de actividades.
El Supervisor asignara los horarios de comida del personal a su cargo ya que es responsable de cubrir los descansos por comida.

Cuando sea conveniente dar seguimiento a la salud de los empleados para someterse a exámenes médicos deberán asistir sin pretexto.

1. Caso extraordinario de pandemia Coronavirus SARS COV 2, la empresa estableció medidas de control para el bienestar de los empleados y continuidad de las operaciones dentro del centro de trabajo, es responsabilidad de todos los empleados seguir estas medidas obligatorias, uso de cubre bocas en todo momento, toma de temperatura corporal al momento de la entrada a labores, estaciones de uso de gel anti bacterial, lavado de manos cada 3 horas, distanciamiento social, evitar contacto físico, limpieza de espacios comunes, sanitización de toda la planta productiva, haciendo un esfuerzo por evitar contagios y ausentismo.

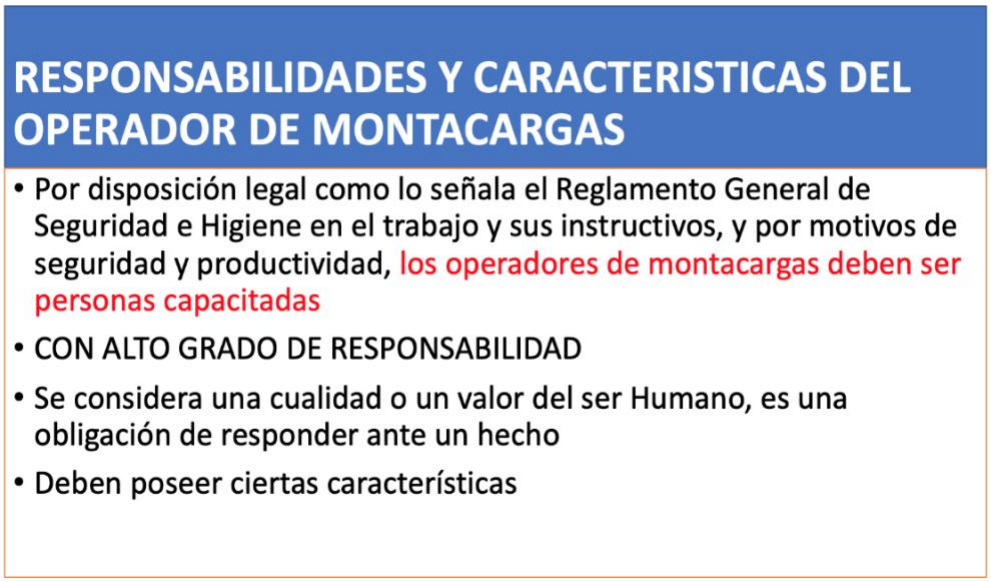
2. Disciplina, para asegurar el cumplimiento de todo lo anteriormente escrito, es necesario el apoyo y convencimiento de todos, ya que trabajando en equipo podremos asegurar la continuidad del presente reglamento y así poder tener un ambiente de trabajo agradable y libre de accidentes. Por lo tanto, es compromiso de todos observar un buen comportamiento y hacer de nuestro trabajo un ejemplo a seguir.

Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Capital Humano (2019).

Anexo D Operación Segura de Montacargas - Capacitación Teórica Básica

Hoja de presentación de capacitación Operación Segura de Montacargas

Hoja de presentación de capacitación avanzada



Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Capital Humano (2019).

Anexo D Examen capacitación operación segura de montacargas

NOMBRE DEL PARTICIPANTE	FECHA
PREGUNTA	RESPUESTA
Mencione 4 aspectos de Seguridad: relacionados con la operación de montacargas que pueden ser generadores de riesgos	1.-La carga 2.- el area donde cirdula 3.- el operador 4.- el equipo
¿Por qué es importante la capacitacion?	Se previenen accidentes a su persona y al centro de trabajo
¿Qué es el triangulo de estabilidad?	se forma de las 2 llantas delanteras al centro del eje trasero y dan estabilidad al equipo
¿Qué es el centro de gravedad?	como afecta la carga según mueva el operador los controles del equipo, ejemplo: mueve la palanca de inclinacion hacia abajo y frena bruscamente, la carga se cae hacia el frente.
¿Qué es el centro de carga?	la distancia de la carga en las horquillas, determina si aumenta o disminuye el peso de la carga: ejemplo: carga con extencion vc contrapeso
¿Qué es la capacidad maxima de carga?	el maximo peso que puede cargar un equipo determinado en la placa del fabricante
¿Qué es el centro de carga combinado	la combinacion de peso de carga, inclinacion de las horquillas, altura a la que se tiene la carga y distribucion en las horquillas
¿Qué informacion contiene la placa de datos	capacidad maxima de carga, altura maxima de la torre, centro de carga, uso de combustible
mencione los 2 tipos de inspeccion inicial	pre-operativa, (visual con motor parado) operativa (con motor en marcha)
mencione algunas tecnicas de manejo seguro	inspeccion inicial, respetar limite de velocidad, conducir hacia donde se dirige el equipo, inclinar las horquillas hacia atrás con carga

Examen Capacitación Avanzada

CONTESTE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS SOBRE EL USO DE MONTACARGAS	
PREGUNTA	RESPUESTA
¿QUIEN PUEDE OPERAR UN MONTACARGAS?	Quien haya tomado capacitacion sobre su uso
MENCIONE LAS 3 CARACTERISTICAS DESEABLES DE UN OPERADOR DE MONTACARGAS	Fisicas, Mentales y de comportamiento
MENCIONE UN EJEMPLO DE CADA UNA	FISICA, coordinacion efectiva de manos ojos y pies, MENTAL, Concentracion, COMPORTAMIENTO, Reconocer y corregir los errores
¿QUE ES LO MAS IMPORTANTE EN EL MANEJO DE MATERIALES?	Integrar el concepto de seguridad
¿PARA QUE ESTA DISEÑADO UN MONTACARGAS?	Para trasladar y almacenar materiales
MENCIONE UN OBJETIVO FUNDAMENTAL EN EL MANEJO EFICIENTE DE MATERIALES	Ahorrar esfuerzo humano efectuando el trabajo mas facilmente mediante el uso de mejores metodos y equipos
¿LEGALMENTE QUE REQUISITOS DEBE CUMPLIR UN MONTACARGAS?	Rotular la capacidad maxima de los montacargas, no circular a mas de 10 kmh, no subir personas a las horquillas
MENCIONE ALGUNA CAUSA MAS FRECUENTE DE ACCIDENTES CON MONTACARGAS	Volcaduras, caida de la carga
MENCIONE ALGUNA PRACTICA INSEGURA	Conducir con horquillas inclinadas, estacionamiento incorrecto
MENCIONE ALGUNAS PRACTICAS DE SEGURIDAD CON MONTACARGAS	conduccion en reversa con carga voluminosa, no conducir a mucha velocidad dentro de la planta

Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Capital Humano (2019).

Anexo E Información sobre los Montacargas

No	NOMBRE	CAPACIDAD KG	CENTRO DE TRABAJO
1	TOYOTA	2000	HORNOS INDUCTOS
2	TOYOTA	2000	HORNOS INDUCTOS
3	TOYOTA	2000	BANDA 17
4	HYSTER	4000	PROYECTOS
5	YALE	6000	CONTROL AMBIENTAL
6	TOYOTA	2000	ACABADO
7	MITSIBISHI	2000	HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO
8	CATERPILLAR	3000	EMBARQUES
9	CATERPILLAR	3000	EMBARQUES

MONTACARGAS	REVISION	ACCION CORRECTIVA
1	FALTAN HULES A LOS PEDALES	
2	FALTAN HULES A LOS PEDALES,ASIENTO EN MAL ESTADO	SE CAMBIARON LLANTAS AL EQUIPO EN ENERO DE 2019
3	FUERA DE SERVICIO POR MANTENIMIENTO	SE PINTO EL EQUIPO, SE LE CAMBIARON LLANTAS NUEVAS, SE HABILITO Y ENTREGO AL GERENTE DE PRODUCCION EN BUENAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, 13 DE FEBRERO DE 2019
4	NO TIENE CINTURON DE SEGURIDAD,NO SIRVE EL CLAXON,LUZ TRASERA IZQUIERDA NO PRENDE, NO TIENE EXTINTOR, NO TIENE PISO ANTIDERRAPANTE	
5	SE BAJA LA TORRE POR PROBLEMA EN BANCO DE VALVULAS, NO SIRVE EL CINTURON DE SEGURIDAD, NO TIENE PISO ANTIDERRAPANTE	
6	NO SIRVE EL CLAXON, ASIENTO EN MAL ESTADO	SE CAMBIARON LLANTAS AL EQUIPO EN ENERO DE 2019
7	ASIENTO Y CINTURON EN MAL ESTADO, NO ENCIENDE LA TORRETA, NO FUNCIONA EL CLAXON, NO TIENE ALARMA DE REVERSA, EL EXTINTOR ESTA VENCIDO, EL PISO ANTIDERRAPANTE ESTA EN MAL ESTADO	SE CAMBIARON LLANTAS AL EQUIPO EN DICIEMBRE DE 2018
8	NO SIRVE EL CINTURON, NO TIENE EXTINTOR, NO ENCIENDEN LAS LUCES, ESPEJO IZQUIERDO FLOJO, PISO ANTIDERRAPANTE EN MAL ESTADO	
9	PROBLEMA DE TRANSMISION, FIJAR PEDAL DEL ACELERADOR, HULE DEL COFRE EN MAL ESTADO, NO FUNCIONA EL CLAXON, NO ENCIENDE LA TORRETA, PISO ANTIDERRAPANTE EN MAL ESTADO	

Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Mantenimiento (2019).

Anexo E Información sobre los Montacargas - Continuación

Archivo usado para la Inspección Inicial de los equipos

			INSPECCION INICIAL A MONTACARGAS				
	Area:			Montacargas I	No	Semana No	
REPARACION: R			BIEN: B		N/A		
INSPECCION VISUAL	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
Tablero, que prenda, testigo							
Nivel de Aceite de Motor							
Nivel de Combustible							
Espejos Retrovisores							
Cinturon de Seguridad							
Extintor							
Fugas de Liquidos y Gas							
Horquillas							
Condicion de las Llantas							
Gatos Hidrahulicos							
Nivel de anticongelante							
INSPECCION OPERATIVA							
Suena el Claxon							
Suena la Alarma de Reversa							
Enciende la Torreta							
Encienden las Luces Frontales y Traseras							
Funcionan los Frenos							
Funciona el Freno de Mano							
Funciones de la Torre, Levante é Inclinacion							
Condicion de la direccion							

Nota. Documento proporcionado por el Departamento de Mantenimiento (2019).

Anexo F Entrevista Proyecto de Intervención

Entrevista a operadores

Nombre del entrevistado: _____

Edad: _____ Estado civil: _____

Antigüedad en la empresa: _____

Antigüedad en el departamento: _____

Antigüedad en el puesto: _____

En que departamentos ha trabajado: _____

Antes	Ahora
1) Cuántos tambos procesabas antes de la nueva distribución?	2) ¿Cuántos tambos procesas ahora?
3) ¿De dónde tomabas los tambos antes de la nueva distribución, y de que tamaño/medida/diámetro de bola?	4) ¿De dónde tomas los tambos ahora, dependiendo su tamaño/medida/diámetro?
5) ¿Cuánto tiempo tardabas aproximadamente en tu recorrido para tomar los tambos antes de la nueva distribución?	6) ¿Cuánto tiempo tardas aproximadamente en tu recorrido para tomar los tambos ahora?
7) ¿Dónde acomodabas los tambos una vez finalizados tu procesos antes de la nueva distribución, de acuerdo con su clasificación por tamaño?	8) ¿Dónde acomodas los tambos una vez finalizados tu proceso ahora, de acuerdo con su clasificación por tamaño?

9) ¿Cuánto tiempo te tardabas aproximadamente en tu recorrido para acomodar los tambos una vez finalizado tu proceso antes de la nueva distribución?	10) ¿Cuánto tiempo te tardas aproximadamente en tu recorrido para acomodar los tambos una vez finalizado tu proceso ahora?
11) ¿Cuáles eran los principales problemas que tenias con la distribución anterior?	12) ¿Cuáles son los principales problemas que tienes hoy con el acomodo?
13) Describe las principales ventajas antes de la nueva distribución	14) Describe las principales ventajas después de la nueva distribución de almacenamiento
15) Sin el proyecto del vibrador de la banda 17ª como era el desarrollo de tu trabajo?	16) Tu trabajo se ha facilitado por el proyecto de mejora de la banda 17ª?

17) En tu opinión que cambios sugieres para continuar con la mejora en el desarrollo de tus funciones

18) Algo más que te gustaría agregar

Fuente: Elaboración propia. (2019)

Anexo G Tiempos modelo anterior - medición de tiempos retrospectiva del modelo anterior

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Tambor 1	Tambor 2	Tambor 3	Tambor 4	Tambor 5	Troqueles	Atras de Tambor 2	Atras de Tambor 3	Atras de Tambor 4	Vibradores	Shake Out	Colector 5	HTT1	Colector 6	HTT2	Controles HTT2	Zona Centra 1	Cuchillos	Patio
Anterior	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Zona F	Zona G	Zona H	Zona I	Zona J	Zona K	Zona L	Zona M	Zona N	Zona Ñ	Zona O	Zona P	Zona Q	R
Banda 17A	1:34	1:54	1:52	2:06		1:52													
Troqueles Recepcion	1:07	:51	:49	:51		:48													
Troqueles Entrega	:57	:52	:54	:47		:53	1:04	1:02	1:04	1:13	1:17		1:08		1:26	1:35		3:38	
Tambor Recepcion	1:35	1:30	1:27	1:03		1:30	1:12	1:13	1:02	1:16	1:20		1:10		:43	:47		2:27	
Tambor Entrega							1:19	1:08	:58	1:06	1:19	1:42	1:07	1:42	:44	:43		2:55	
Tratamiento Térmico Recepcion							:57	1:02	1:09	:45	:36	1:11	:57	2:01	1:30	1:43		3:23	
Tratamiento Térmico Entrega					1:05	1:28	:58	:49	:53	1:07	1:31	1:26		1:48	1:19	1:21		1:56	
Embarques					:59	1:06	1:26	1:24	1:12	1:22	1:44	1:45		1:40	1:30	1:32		3:14	2:15

Fuente: Elaboración propia. (2019)

Anexo H Programa de actividades para la implementación del método de distribución de acomodo de producto

Fuente: Elaboración propia. (2019)

Anexo I Tiempos modelo actual - medición de tiempos con el modelo de distribución actual

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Tambor 1	Tambor 2	Tambor 3	Tambor 4	Tambor 5	Bola para Troqueles	Bola para TT 1	Bola para TT 2	Bola para TT 3	25 mm	80 mm	90 mm	Especial
Banda 17A						1:42 - 1:43							
Troqueles Recepcion						:25 - :58							
Troqueles Entrega	:49	:48	:43	:38	:58								
Tambor Recepcion	1:51	1:42	1:32	1:16	:52								
Tambor Entrega							1:00	:51	1:15				
Tratamiento Térmico Recepcion							1:20	1:18	1:33				
Tratamiento Térmico Entrega										1:49	1:41	1:38	1:21
Embarques										1:11	1:01	:51	:42

Fuente: Elaboración propia. (2019)