

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Propuesta de diseño de control de abastecimiento de materia prima
en empresa siderúrgica en el área de la costa sur.

Trabajo de graduación presentado por Deivit Raúl Pérez Hernández para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial.

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




Propuesta de diseño de control de abastecimiento de materia prima
en empresa siderúrgica en el área de la costa sur.

Trabajo de graduación presentado por Deivit Raúl Pérez Hernández para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Industrial.

Guatemala

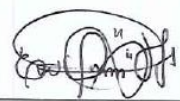
2022

Vo.Bo. :

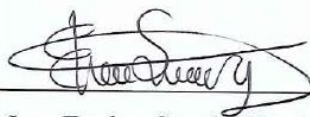
(f) 

Ing. Eriberto David Fuentes Chavez
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 

Ing. Eriberto David Fuentes Chavez
Asesor

(f) 

Ing. Evelyn Sucely Yuc Mota
Examinador

(f) 

Ing. Mario Adolfo Sian Quisque
Director

Fecha de aprobación: Guatemala, 14 de diciembre de 2022

PREFACIO

La propuesta del siguiente trabajo de graduación surge de la necesidad de tener un control por los desvíos de inventarios y con esa necesidad surge la problemática de que varias máquinas quedaban paradas por falta de materia prima para elaborar los productos terminados del área y la problemática afectaba los indicadores de producción, porque no se cumplían las metas mensuales que se tenía programadas en el área.

El indicador de la productividad del área también se veía afectado porque un gran número de máquinas estaban fuera de producción porque no se tenía una visibilidad de materia prima del área y las necesidades que se tenían para elaborar productos con mayor demanda para la corporación. La realización de este control de materia prima para tener visibilidad de las diferentes desviaciones del área fue la confianza que me brindaron diferentes jefaturas para la realización y seguimiento de este proyecto.

Algunas herramientas utilizadas durante el proceso de elaboración de este control fueron retroalimentadas por diferentes personas de la corporación que me brindaron sus conocimientos sobre el tema y agradezco el apoyo a los agentes de cambio en manufactura de proceso por el apoyo que me brindaron durante este proceso el cual fue muy gratificante para poder culminar este proyecto muy importante en mi vida. Agradezco el apoyo de mi asesor el cual me brindo sus conocimientos y ayuda en el proceso de elaboración del proyecto.

Por último, agradezco a Dios que me dio la fortaleza y el pensamiento crítico para poder culminar este reto y a mi familia quienes me brindaron todo el apoyo durante el proceso y siempre estuvieron en los momentos difíciles donde no podía encontrar el camino hacia el éxito de este proyecto, de antemano gracias a las personas que estuvieron siempre con mi persona y me brindaron ayuda incondicional.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Sector hierro y acero en Guatemala.....	4
1. Empresa siderúrgica.....	4
a. Proceso siderúrgico	5
1) Mineral de hierro	6
2) Coque.....	6
3) Piedra caliza.....	6
4) Aire	6
a) Altos hornos	7
b) Reducción directa.....	7
2. Derivados del acero.....	7
a. Palanquilla.....	7
1) Derivados de la palanquilla	7
a) Alambrón	7
b) Alambre trefilado	8
c) Alambre galvanizado	8
d) Alambre espigado	8
B. Sistemas de producción operativa	9
1. Clases de procesos de producción.....	10
a. Según el rendimiento temporal	10

1) Proceso continuo.....	10
2) Proceso intermitente	10
b. Según gama de productos.....	10
1) Producción simple	10
2) Producción múltiple.....	10
a) Independiente	10
b) Conjunta.....	10
c) Alternativa.....	10
c. Según secuencia de actividades.....	10
1) Monoetapa	10
2) Bietapa	11
d. Según nivel de integración	11
1) Centralizado.....	11
2) Descentralizado	11
C. Administración de inventarios.....	11
1. ¿Qué es un inventario?.....	12
2. Tipos de inventarios.....	12
a. Inventario de ciclo.....	12
b. Inventario de seguridad	12
c. Inventario de previsión.....	12
d. Inventario en tránsito.....	13
3. Sistemas de control de inventario	13
a. Sistema de revisión continua.....	13
b. Sistema de dos depósitos.....	13
c. Sistema de revisión periódica.....	13
D. Gestión de <i>stock</i>	14
1. Métodos de gestión de <i>stock</i>	14
a. Método FIFO (<i>First In, First Out</i>)	14
b. Método FEFO (<i>First Expires, First Out</i>)	14
c. Método LIFO (<i>Last in, First Out</i>)	14
d. <i>Stock</i> bajo demanda.....	15
e. Existencias mínimas.....	15

f.	Método ABC	15
g.	Modelo de Wilson	15
2.	Composición de <i>stocks</i>	15
a.	Materias primas	16
b.	Productos semiterminados.....	16
c.	Productos terminados o mercaderías.....	16
d.	Bienes de equipo y recambios.....	16
e.	Materiales diversos.....	16
f.	Productos defectuosos u obsoletos.....	16
g.	Envases y embalajes.....	16
h.	Residuos	16
3.	Clasificación de <i>stocks</i>	16
a.	Criterio funcional	16
1)	<i>Stock</i> de ciclo.....	16
2)	<i>Stock</i> de seguridad	17
3)	<i>Stock</i> de presentación.....	17
4)	<i>Stock</i> estacional.....	17
5)	<i>Stock</i> en tránsito.....	17
6)	<i>Stock</i> en recuperación	17
7)	<i>Stock</i> muerto	17
8)	<i>Stock</i> especulativo.....	17
b.	Criterio Operativo	18
1)	<i>Stock</i> óptimo	18
2)	<i>Stock</i> cero.....	18
3)	<i>Stock</i> físico.....	18
4)	<i>Stock</i> neto.....	18
5)	<i>Stock</i> disponible.....	18
E.	Sistemas de fabricación	18
1.	Fabricación por <i>stock</i> (<i>Make To Stock</i>).....	18
2.	Fabricación por pedido (<i>Make To Order</i>).....	19
F.	Producción.....	19
1.	Sistemas de producción.....	19

a.	Tipos de sistemas de producción.....	20
1)	Producción por trabajo.....	20
2)	Producción por lotes	20
3)	Producción en masa	20
4)	Producción de flujo continuo.....	20
b.	Productividad operativa.....	21
1)	¿Qué influye en la productividad de una empresa?	21
a)	Factores técnicos.....	21
b)	Factores de producción	22
c)	Factor organizacional.....	22
d)	Factores de personal.....	22
e)	Factores financieros	22
f)	Factores de gestión.....	23
g)	Factores gubernamentales.....	23
h)	Factores de ubicación.....	23
G.	Control de tiempos.....	23
1.	Definiciones generales	23
a.	Tiempo calendario (C)	23
b.	Causas externas (E)	24
c.	Tiempo libre (L).....	24
d.	Tiempo programado total (PT).....	24
e.	Tiempo programado para producción (PP)	25
f.	Paradas programadas (P).....	25
g.	Interrupciones.....	25
h.	Quiebra de ritmo (r).....	26
i.	Tiempo útil (U).....	26
2.	Estándar de producción horaria (EPH)	26
3.	Cálculo de utilización	27
V.	METODOLOGÍA.....	28
A.	Procesos y métodos.....	28
1.	Análisis de la información.....	28
2.	Obtención de los recursos	28

VI.	RESULTADOS.....	45
A.	Implementación.....	53
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
A.	Análisis de objetivo específico 1	60
B.	Análisis de objetivo específico 2	60
C.	Análisis de objetivo específico 3	60
D.	Impacto de implementación.....	61
VIII.	CONCLUSIONES	62
IX.	RECOMENDACIONES	63
X.	BIBLIOGRAFÍAS.....	64
XI.	ANEXOS	66
XII.	GLOSARIO	74

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Modo genérico de tiempos.....	23
Cuadro 2. Proceso de elaboración de alambre trefilado.	28
Cuadro 3. Proceso de alambre galvanizado.	30
Cuadro 4. Proceso de elaboración de alambre espigado.	32
Cuadro 5. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de abril 2022.....	35
Cuadro 6. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de mayo 2022.....	36
Cuadro 7. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de junio 2022.....	37
Cuadro 8. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de julio 2022.....	38
Cuadro 9. Lista de materia prima para la elaboración de alambre espigado.	39
Cuadro 10. Número de máquinas, productos que elaboran y tipo de máquina.	39
Cuadro 11. Lista de productos de alambre espigado.	40
Cuadro 12. Listado de interrupciones operacionales.	41
Cuadro 13. Formato de reportes de paradas no programadas (RPNP) espigado (Adverso).	43
Cuadro 14. Formato de reportes de paradas no programadas (RPNP) espigado (Reverso).	44
Cuadro 15. Propuesta de control de abastecimiento de materia prima.	46
Cuadro 16. Matriz de responsabilidades de recopilación de <i>stock</i> de materia prima.	50
Cuadro 17. Línea base en horas por falta de materia prima de 2021.....	53

Cuadro 18. Porcentaje de productividad del área de alambre espigado último semestre de 2021.....	53
Cuadro 19. Indicadores de área de alambre espigado.....	53
Cuadro 20. Horas de interrupción por falta de materia prima.	53
Cuadro 21. Porcentaje de productividad durante implementación de control.	53
Cuadro 22. Datos de utilidad del último semestre de 2021.	57
Cuadro 23. Indicadores de utilidad operativa durante la implementación de cuadro de control de inventarios.....	58
Cuadro 24. Incremento de productividad del área de alambre espigado.	58
Cuadro 25. Indicadores de impacto económico de implementación de control de inventario de materia prima.	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proceso siderúrgico.	5
Figura 2. Forma de púa enrollada.	9
Figura 3. Forma de púa entrelazada.	9
Figura 4. Clases de procesos de producción.	11
Figura 5. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 1 de 3).	47
Figura 6. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 2 de 3).	48
Figura 7. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 3 de 3).	49
Figura 8. Matriz de decisiones para abastecimiento de materia prima.	51
Figura 9. <i>Layout</i> de ubicación de canastas por calibre en el área de alambre espigado. ..	52
Figura 10. Horas por falta de materia prima último semestre de 2021.	54
Figura 11. Horas por falta de materia en meses de implementación de control de abastecimiento de materia prima 2022.	54
Figura 12. Productividad del área en el año 2021.	55
Figura 13. Productividad del área de alambre espigado después de la implementación de control de materia prima 2022.	55
Figura 14. Promedio de horas por años en interrupción por falta de materia prima.	56
Figura 15. Promedio de porcentaje de productividad del área de espigado en año 2021 y 2022.	56
Figura 16. Porcentaje de utilidad operativa 2021.	57
Figura 17. Porcentaje de utilidad operativa 2022 durante cuadro de control de inventarios.	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una empresa siderúrgica en la que producen productos complementarios o derivados del acero (alambre espigado, alambre galvanizado, alambre de amarre, clavo), donde sus equipos tienen un sistema de producción monoetapa y su sistema de producción es por demanda de inventarios y *stock*, y está ubicada en el Departamento de Escuintla. El objetivo principal del trabajo de investigación es el análisis y diseño de llevar un control de abastecimiento de materias primas para la elaboración de alambre espigado.

Donde se determinó un sistema que garantiza el abastecimiento de materia prima en el área ya mencionada, y definir la frecuencia con la que se realizará dicho control de abastecimiento de materias primas, se hará la propuesta de los involucrados para realizar el control de abastecimiento del área. Las variables que se evaluaron son, horas perdidas por falta de materia prima, número de máquinas, productividad del área, cantidad de canastas (accesorio para almacenar materia prima transitoria) disponibles, calibres de alambre para *stock*.

En la primera etapa se recopiló la información necesaria para realizar el análisis de las causas de falta de materia prima para el área de espigado donde se hizo un mapeo las horas perdidas por falta de materia prima que se han tenido en el área, la información se recopiló de los reportes de paradas no programadas de las máquinas de alambre espigado.

La segunda fase del trabajo de la investigación es la propuesta de recopilación de la información, tal como el tablero de gestión que se tuvo en el área para la recopilación de la materia prima que ingresa al área, la capacitación del personal para recaudar la información necesaria para el tablero, la información de las máquinas que están paradas por falta de materia prima, y la divulgación del tablero de gestión para que los colaboradores puedan recopilar la información necesaria.

En la tercera fase se llevó a cabo un análisis de resultados con la propuesta que se planteó para el área de alambre espigado para tener el control de las materias primas faltantes para obtener los productos y que no existan paros de las máquinas, los cuales afecten la productividad del área. En este análisis se concluyó que sí fue factible el control y las mejoras que se lograron en el área, también se realizaran las recomendaciones necesarias para el área.

I. INTRODUCCIÓN

El primer elemento de producción que representa un factor muy importante dentro de la industria y que representa un costo y es un elemento básico del producto es la materia prima, y estas se pueden presentar en diferentes aspectos y formas como pueden ser materias primas que se encuentran en un almacén, materias primas que están en proceso de transformación y algunas que están invertidas en productos.

Un sistema de control tiene por objetivo el abastecimiento de materia prima para la empresa, debe estar organizado para conocer las fuentes de aprovisionamiento los cuales son los proveedores, con el fin de obtener la buena calidad de materia prima y con las mejores condiciones para que se pueda transformar en productos terminados de calidad que pueda ofrecer una empresa.

Los controles de inventarios también nos sirven para mantener un balance correcto en las existencias en los almacenes que se tienen en las diferentes áreas de una empresa, porque esto nos evita problemas constantes de inventarios y con esto se lleva un control de la mercancía que se tiene y la credibilidad de los insumos o materias primas que se tiene en cada una de las áreas.

Para poder realizar un control de inventarios se debe mapear los diferentes productos, las materias primas que se utilizan y las máquinas de transformación que se tienen en la empresa, con estos elementos básicos se puede diseñar un control de materias primas para que no exista un desabastecimiento de materias primas y el flujo de trabajo pueda ser continuo en la empresa.

En el presente trabajo se realizó una propuesta para poder llevar un control de materia prima necesaria para la transformación de los diferentes productos que se tienen en el área, con esta propuesta que se diseñara se tiene como objetivo identificar a las partes que vulnerables y los encargados de la recopilación de la información, así mismo las acciones que deben tomar los encargados al momento de un desabastecimiento de materia prima y que esto no afecte el flujo continuo de trabajo en el área.

II. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un control que garantice el abastecimiento de materias primas para el área de alambre espigado y aumente la productividad en el área.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un procedimiento con la frecuencia de realización para poder recopilar la información y poder abastecer el área de alambre espigado garantizando la continuidad de los equipos disponiendo de materia prima.
2. Diseñar una jerarquía de las personas encargadas que realicen el registro del formulario para obtener los datos necesarios del control de inventario de materias primas.
3. Diseñar flujos de acciones y la ubicación de la materia prima en caso de desabastecimiento en el área de alambre espigado.

III. JUSTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación es proponer una solución eficaz para el problema que se tiene de desabastecimiento de materia prima específicamente el área de alambre espigado. El desabastecimiento de la materia prima principal para la realización de estos productos son el alambre galvanizado ya que diferentes áreas y procesos utilizan alambre galvanizado y no se puede proveer al mismo tiempo todos los procesos y el problema afecta la productividad del proceso.

Otra solución que se pretende dar con esta propuesta es la comunicación eficaz entre diferentes áreas como lo es el área que abastece a alambre espigado y así poder llevar un mejor control de la materia prima en *stock*. La comunicación de los colaboradores de las diferentes áreas es importante para corregir este tipo de desviaciones, capacitar a los colaboradores para la recolección de estos datos que son muy importantes para la productividad.

Se observa que existe una oportunidad de mejora, ya que se aprovecha el tiempo productivo de la máquina, y se evitan problemas de falta de materia prima para la fabricación de el alambre espigado.

Realizar estas iniciativas de mejora pueden generar un beneficio en la producción, y recuperación de horas por falta de materia prima, también una recuperación de recursos por este tipo de interrupciones operacionales.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Sector hierro y acero en Guatemala

El acero tiene un rol importante para el crecimiento y el progreso de varios países en los últimos años, con su modernización en la sociedad y la revolución en la industria.

El sector de siderurgia en Guatemala ha tenido un crecimiento en las últimas décadas, evidenciando la importancia que tiene en la economía del país, al proveer materia prima y empleos directos e indirectos a diferentes sectores industriales del país.

Es importante mencionar que el hierro y el acero se encuentran entre los principales 10 productos de exportación en Guatemala, esto a través de las relaciones comerciales e inversiones que ha mantenido el país, apostando por las relaciones bilaterales y tratados de libre comercio que han permitido expandir las oportunidades de crecimiento y desarrollo de los productos que la industria produce.

Según la Gremial de Industrias de la Metalurgia en Guatemala, existen 19 empresas agremiadas, las cuales son representativas y que han sido pioneras cada una en su rama productiva, además de desarrollar procesos de producción altamente competitivos.

La gremial guatemalteca se ha trazado la misión de promover el desarrollo de la industria metalúrgica, propiciando un marco jurídico, arancelario y de competencia que sea satisfactorio para realizar sus actividades productivas y comerciales.

La gremial se ha concentrado en trabajar de forma responsable, respetando normas éticas y de cumplimiento, comprometidos en satisfacer las necesidades del mercado local e internacional en cuanto a calidad y servicio, así como en coadyuvar con el desarrollo de la economía del país y la generación de empleo a través de un aporte industrial.

Conformar el sector metalúrgico más desarrollado de la región centroamericana, ha sido clave para continuar liderando tecnológicamente la producción y transformación de productos derivados del acero.

1. Empresa siderúrgica

La empresa siderúrgica la cual es el objeto de estudio inició sus operaciones en 1953 con la venta de productos de consumo diario como kleenex, shinola, maicena, fósforos, entre otros productos. Luego con el tiempo cambio el negocio a distribuir productos derivados del acero los cuales son: alambre espigado, clavo, hierro, lamina, entre otros.

En el año de 1972 aumentan su capacidad de elaborar tres mil toneladas de alambón, siendo la materia prima principal para la producción de alambre y varilla de hierro. Posteriormente adquieren hornos eléctricos para la producción de lingotes de hierro con base a la fundición de chatarra.

En 1992 amplían su red de producción y deciden fundar una siderúrgica en el sector de la costa sur del país, donde se construye la planta de acería en la cual se funde la chatarra para formar los lingotes de hierro.

En el año 2010 se traslada la planta de Malla Electrosoldada, Perfiles y Trefilación a la siderúrgica de la Costa Sur. Años más tarde se inicia con la producción de Trefilación y Alambre Galvanizado en la siderúrgica de la Costa Sur del país. (Corporación Aceros de Guatemala, s.f.)

a. Proceso siderúrgico

El proceso siderúrgico tiene como meta la obtención de acero, lo que se puede conseguir a través de dos sistemas: mediante horno alto o con horno eléctrico.

El proceso siderúrgico de horno alto, también llamado integral, comienza con el tratamiento del mineral de hierro. El mineral con la granulometría adecuada se introduce directamente en el horno. Los finos del mineral de hierro junto con los fundentes (caliza) se aglomeran para darles un tamaño apto para su consumo en el horno. (ArcelorMittal, s.f.)

En el horno también se introduce carbón destilado, también denominado cok. El cok siderúrgico es un material duro, poroso y con un contenido en carbono superior al 90 %.

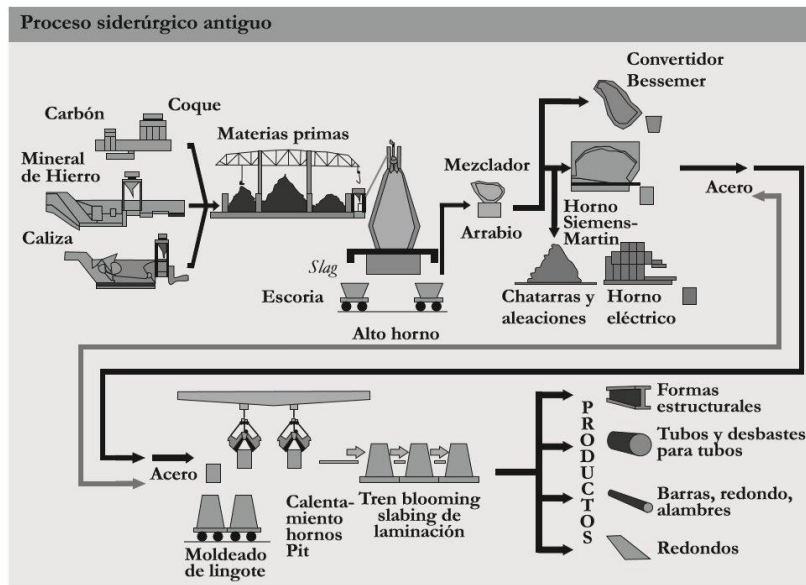


Figura 1. Proceso siderúrgico.

Fuente: Ale Watters (Agenda Industrial)

Para la producción del acero se necesita la presencia de varias materias primas que cumplen distintas funciones en su proceso de producción. Las cuales son:

1) Mineral de hierro

El mineral de hierro es un compuesto de hierro, oxígeno e impurezas como el azufre, sílice y fósforo.

Los minerales de baja ley son triturados hasta convertirse en polvo. Las partículas de hierro se separan magnéticamente y luego se concentran y fusionan en pellets con un alto contenido de hierro.

2) Coque

Sirve como combustible al quemarse rápidamente con un calor suficientemente intenso como para fundir el mineral. La combustión genera los gases necesarios para desprender el oxígeno del mineral. También proporciona el carbono para la fabricación del acero.

3) Piedra caliza

La piedra caliza triturada es una piedra gris compuesta principalmente por carbonato de calcio. Derretida purifica el hierro y actúa como fundente (empleado para remover materiales indeseados) absorbiendo el azufre, fósforo e impurezas.

4) Aire

Es la materia prima de mayor presencia en la producción de hierro: se ocupan aproximadamente tres y media toneladas de aire por cada tonelada de arrabio producida.

El aire se emplea para mantener la combustión y para suministrar el oxígeno necesario para las reacciones químicas. Precautado hasta 1.100°C aproximadamente se inyecta a alta presión dentro de la base del horno.

En general, se habla de una siderurgia integrada cuando la producción del acero se realiza a partir del mineral de hierro. En este caso, existen básicamente dos procesos diferentes:

a) Altos hornos

“La producción se inicia cargando las materias primas (mineral de hierro, carbón coque y piedra caliza) por la parte superior del alto horno inyectando aire precalentado a aprox. 1.100°C en la base del horno, lo que quema el coque generando altísimas temperaturas que funden el mineral y liberan gases que permiten separar el hierro del mineral. La piedra caliza a esas temperaturas se convierte en cal y captura parte de las impurezas, especialmente azufre y forma una escoria que flota sobre el mineral fundido. El material resultante de este proceso se denomina arrabio y contiene aún importante proporción de carbono e impurezas que se reducen en las etapas subsiguientes.” (Arquitectura en Acero, s.f)

b) Reducción directa

“El horno de reducción directa es alimentado por la parte superior con mineral de hierro generalmente en forma de pellets inyectándole un gas reductor rico en monóxido de carbono e hidrógeno que reacciona con el óxido de hierro removiendo el oxígeno y convirtiéndolo en hierro metálico, que puede ser producido en forma de hierro esponja o en briquetas, las que posteriormente son procesadas en el horno eléctrico al arco. Por su parte, las acerías, basan su producción en hornos eléctricos que, en vez de usar el oxígeno puro como combustible para generar las altas temperaturas requeridas, funden chatarra (o proporciones de hierro de reducción directa) creando un arco eléctrico entre los electrodos y la carga metálica.” (Arquitectura en Acero, s.f).

2. Derivados del acero

El acero se puede clasificar en varios productos como lo son la palanquilla, láminas de acero, entre otros productos.

a. Palanquilla

“Una palanquilla es una barra de acero fabricada a partir de acero crudo que no tiene las esquinas pulidas. Su utilidad reside en la mayor facilidad para ser vendido para comenzar a trabajar con ellas. El acero crudo no se puede utilizar si no está procesado de este modo, dotándole de una mayor funcionalidad.” (Acero, s.f.)

1) Derivados de la palanquilla

a) Alambrón

“El alambrón es un producto siderúrgico que se obtiene mediante un proceso de laminación en caliente. El alambrón tiene una sección circular. Se obtiene de un tren de alambrón en la industria y se proviene del acero en forma de barras de sección ovalada o cilíndrica en general, con espesores entre los 5 y los 30 mm de diámetro máximo. Suelen ser enrolladas en forma de bobinas para su posterior almacenamiento y expedición.” (Bogar, 2018)

Es comúnmente flejado firmemente para soportar el manejo y es identificado con una etiqueta que contiene la norma de fabricación, número de colada, grado, diámetro y peso. El alambón; resiste la corrosión, es maleable y su acabado es liso y brillante.

Existen diversos calibres dependiendo la industria a la que va dirigido, pero generalmente se encuentran:

- Alambón medio
- Alambón alto
- Alambón bajo carbón

Comúnmente, el alambón se utiliza como materia prima en la industria del trefilado para la fabricación de:

- Mallas
- Alambre trefilado
- Alambre recocido
- Clavos
- Alambre galvanizado
- Alambre espigado

b) Alambre trefilado

También conocido como el proceso de trefilado. Este proceso consiste en disminuir el diámetro de un alambre de acero o aluminio a través de un juego de dados que poseen forma cónica (una entrada grande y salida más pequeña) en su interior. (Centelsa, s/f)

c) Alambre galvanizado

Se fabrica trefilando alambón de bajo contenido de carbono hasta obtener el diámetro deseado. Posteriormente el alambre pasa por un proceso de galvanizado empleado para proteger el acero contra la corrosión. La capa de zinc que se forma sobre el acero proporciona una superficie lisa y brillante.

d) Alambre espigado

El alambre de púas es un producto hecho a partir del entrelazamiento de dos hilos de alambre galvanizado.

Su uso más frecuente es el sector agropecuario donde se utiliza en cercos ganaderos, potreros, bosques y plantaciones forestales. En la construcción para el cercado de industrias, viviendas, escuelas y como cercos de seguridad.

Formado por 2 alambres de acero galvanizado del mismo diámetro, torsionados en hélices, en el cual, a intervalos regulares de longitud, se han enrollado unas salientes fijas y agudas denominadas púas que pueden tener el mismo diámetro o diferente al de los hilos del cordón las cuales se clasifican en dos tipos.

- **Púas enrolladas:** sobre el alambre entrelazado o hilo central (alambre de púas normal).



Figura 2. Forma de púa enrollada.

Fuente: Centelsa.

- **Púas entrelazadas:** entre los alambres o hilo central (alambre de púas IOWA).

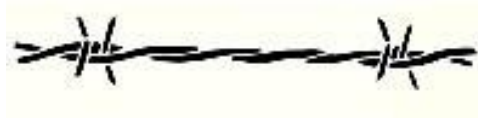


Figura 3. Forma de púa entrelazada.

Fuente: Centelsa.

B. Sistemas de producción operativa

“Conjunto de actividades que permiten la elaboración de unos bienes y servicios mediante el establecimiento de una cadena de valor entre unos factores y unos resultados, utilizando para ello un conjunto de decisiones operacionales relacionadas con el proceso, la capacidad, la gestión de inventarios, la fuerza de trabajo y la calidad.” (Morales, s.f)

Las cinco decisiones características de todo proceso de dirección de la producción se orientan hacia:

- El proceso

Es todo tipo de proceso, la tecnología, los equipos, los flujos, y todo lo relacionado con la planta de proceso.

- La capacidad

Esto es la determinación del volumen de producción para cada momento y lugar.

- Los inventarios

Es donde se toma la decisión de los *stocks* que se deben mantener, como ¿qué se debe pedir, ¿cuándo se debe pedir?, ¿cuánto se debe pedir?

- La fuerza de trabajo

Decisiones sobre la cantidad y la calidad de las personas que formaran parte del sistema.

- La capacidad

Decisiones sobre las acciones necesarias para mantener y mejorar la calidad de la producción.

1. Clases de procesos de producción

a. Según el rendimiento temporal

1) Proceso continuo

La transformación de factores en productos se realiza de forma ininterrumpida o con procesos repetitivos de producción en masa.

2) Proceso intermitente

Proceso en donde no se requiere continuidad con el tiempo o que se realizan bajo pedido.

b. Según gama de productos

1) Producción simple

Proceso que elabora un solo tipo de producto de las mismas características técnicas.

2) Producción múltiple

Proceso que tiene varios productos diferenciados:

a) Independiente

Producción independiente con procesos simultáneos (detergentes, y productos de aseo).

b) Conjunta

Producción con factores comunes (bebidas).

c) Alternativa

Los factores se emplean en función del tipo de producto (cadena de montaje).

c. Según secuencia de actividades

1) Monoetapa

La transformación se realiza mediante una única etapa.

2) Bietapa

La transformación se realiza en dos etapas: fabricación y montaje. Se obtienen dos categorías de artículos: componentes y productos acabados.

d. Según nivel de integración

1) Centralizado

La producción se realiza en una sola planta industrial.

2) Descentralizado

La producción se realiza en varias plantas. Se tiene un sistema multiplanta.

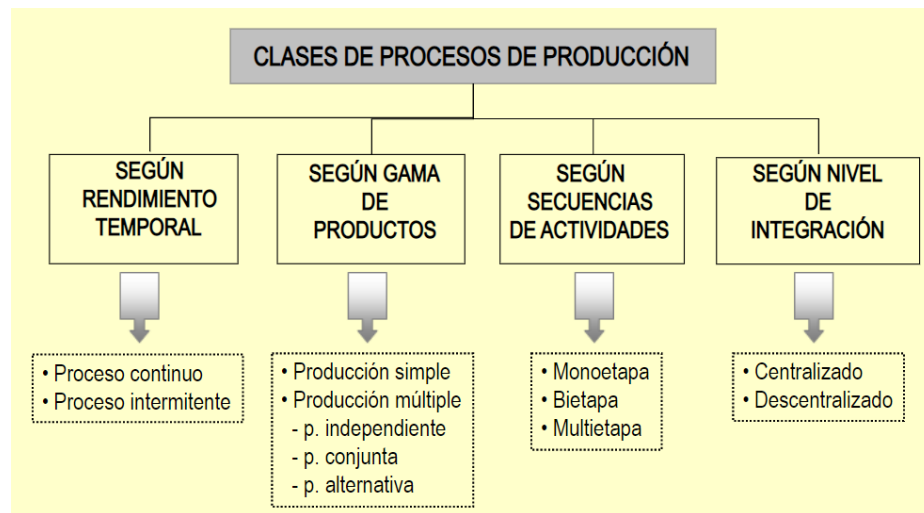


Figura 4. Clases de procesos de producción.

Fuente: Slideplayer.

C. Administración de inventarios

“La administración de inventarios es un proceso que requiere información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido de todos los artículos que almacena la empresa en todas sus instalaciones y el momento y tamaño indicados de las cantidades de reorden.” (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008).

“Los inventarios son importantes para todo tipo de organizaciones y sus empleados. Los inventarios afectan en gran medida las operaciones cotidianas porque deben contarse, pagarse, usarse en las

operaciones, usarse para satisfacer a los clientes y administrarse.” (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008)

1. ¿Qué es un inventario?

El inventario se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se reciben es mayor que el volumen de estos que se distribuye; el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales.

2. Tipos de inventarios

a. Inventario de ciclo

La porción del inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño del lote se conoce como inventario de ciclo. La frecuencia con que deben hacerse los pedidos y la cantidad de estos recibe el nombre de dimensionamiento del lote.

b. Inventario de seguridad

Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o cuando en la manufactura de los artículos se generan cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones.

El inventario de seguridad garantiza que las operaciones no se interrumpirán cuando se presenten esos problemas, lo cual permitirá que las operaciones subsiguientes se lleven a cabo normalmente.

c. Inventario de previsión

El inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en las tasas de demanda y oferta se conoce como inventario de previsión. Los patrones de demanda estacional predecibles se prestan para el uso del inventario de previsión.

Las irregularidades en la demanda provocan que un fabricante acumule un inventario de previsión durante los periodos de baja demanda, a fin de no tener que incrementar demasiado sus niveles de producción cuando la demanda alcance sus puntos máximos.

El inventario de previsión también puede ser útil cuando los proveedores se ven amenazados por una huelga o tienen limitaciones graves de capacidad.

d. Inventario en tránsito

En el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de inventario en tránsito.

Los materiales se mueven de los proveedores a la planta, de una operación a la siguiente dentro de la fábrica, de la planta a un centro de distribución o cliente, y del centro de distribución a un comerciante detallista.

El inventario en tránsito está constituido por los pedidos que se han colocado, pero que todavía no se han recibido.

3. Sistemas de control de inventario

Un sistema de control de inventario responde ambas preguntas. Cuando se selecciona un sistema de control de inventario para una aplicación en particular, el carácter de las demandas impuestas sobre los artículos del inventario es un factor crucial. Una diferencia importante entre los tipos de inventarios es si el artículo en cuestión está sujeto a una demanda dependiente o independiente.

a. Sistema de revisión continua

En el sistema de revisión continua el estado que es del stock se actualiza de una forma inmediata cada vez que se produce una recepción o una venta. Cuando se tiene un perfecto conocimiento del nivel de existencias óptimo.

b. Sistema de dos depósitos

El concepto de un sistema Q puede incorporarse a un sistema visual, es decir, un sistema que permite a los empleados colocar pedidos cuando el inventario alcanza visiblemente una marca determinada. Los sistemas visuales son fáciles de administrar porque no es necesario llevar registros de la posición de inventario actual.

c. Sistema de revisión periódica

Este sistema consiste en realizar un conteo físico, producto por producto, de todas las mercancías que hay, tanto en el almacén, las bodegas como en toda fábrica. Se trata de hacer los pedidos en fechas prefijadas y constantes, teniendo en cuenta un stock máximo.

D. Gestión de *stock*

La gestión de *stocks* abarca todas las operaciones dedicadas a regular el flujo de mercancías o productos en una empresa.

Las políticas de gestión de stocks a nivel empresarial establecen las respuestas a cuestiones como: ¿cuál es el nivel de *stock* ideal para cada referencia? ¿Cuándo realizar los pedidos de reposición de *stocks*? ¿Qué cantidad debemos adquirir?

“La parcela de gestión de stocks que atañe al funcionamiento del almacén engloba tareas como la asignación de ubicaciones, la trazabilidad del inventario o los métodos de gestión de existencias (como FIFO, FEFO o LIFO), entre otras. Nos centraremos en este ámbito específico de la gestión de inventario a lo largo de nuestro artículo.” (Mecalux News, 2017)

1. Métodos de gestión de *stock*

Algo muy fundamental para la gestión de stocks son los tipos de gestión de stocks. A continuación, se detallan los sistemas más utilizados en las empresas o fábricas.

a. Método FIFO (*First In, First Out*)

“Este es el método que se suele emplear en los almacenes de alimentos. Consiste en vender en primer lugar los productos más antiguos (los que primero entraron). En este caso, se da prioridad a determinados artículos. Requiere un mayor espacio, pero garantiza el suministro de mercaderías.” (MoldTrans, 2020)

b. Método FEFO (*First Expires, First Out*)

“FEFO son las siglas de “First Expires, First Out”, o lo que es lo mismo, el primero que caduca, el primero que sale, filosofía que resume muy bien este método.”

“El método FEFO se vale de los avances tecnológicos para recuperar los lotes de mayor antigüedad y seleccionarlos para que salgan los primeros al mercado. De esta forma evitamos que estos productos salgan al mercado sin tiempo suficiente para su consumo o caduquen en los almacenes.” (Pérez, 2018)

c. Método LIFO (*Last in, First Out*)

“Al contrario que el anterior, consiste en sacar del stock los artículos más recientes. Así, muchas compañías apuestan por almacenar la mercancía el mínimo tiempo posible.”

d. *Stock bajo demanda*

“La gestión bajo demanda es aquella en la que únicamente se hace el pedido cuando el cliente lo ha solicitado. Es arriesgada, puesto que se corre el riesgo de agotar las existencias.”

e. *Existencias mínimas*

“Es uno de los más usados en las plantas productivas o empresas. Se realizan pedidos a los proveedores, pero siempre se cuenta con un mínimo nivel de existencias en el almacén. Eso sí, necesita un completo análisis de datos de compra y venta de cada producto. Cuando se llega al mínimo de existencias, se tramita el pedido.”

f. *Método ABC*

“Está dividido en tres categorías: A, B y C. La A se relaciona con los artículos de mayor consumo anual que, por regla general, son almacenados en ambientes especiales (temperatura).”

“La categoría B hace referencia a productos de consumo medio. Deben ser controlados de forma periódica para que no formen parte de la categoría A y C.”

“Por último, la C abarca la mercancía que presenta un bajo consumo, por lo que su reposición es poco frecuente. En este caso, los pedidos se realizan solo cuando se produce una venta.”

g. *Modelo de Wilson*

“Es un sistema fácil de implementar, aunque implica una gran supervisión. Se trata de hacer pocos pedidos con el máximo número de productos posible.”

“En conclusión, la gestión del inventario es muy importante para optimizar los recursos disponibles. Las empresas deben apostar por el modelo más adecuado según sus necesidades e intereses comerciales.”

2. *Composición de stocks*

La expresión de *stock* o existencias se refiere a los artículos que se almacenan en la empresa o planta productiva, tanto a los que son necesario para la fabricación como a los que serán vendidos, entre estos productos o existencias se encuentran los siguientes:

a. **Materias primas**

Productos que sirven para la fabricación y que se encuentran en el almacén a la espera de ser empleados en el proceso de producción.

b. **Productos semiterminados**

En estos se pueden considerar los que se encuentran a la espera de ser reintegrados en la siguiente fase de un proceso de fabricación, o los fabricados por la empresa que no se destinan a la venta mientras no se completa su fabricación.

c. **Productos terminados o mercaderías**

Se encuentran en los almacenes a la espera de ser vendidos.

d. **Bienes de equipo y recambios**

Es la maquinaria y los equipos empleados por la empresa para desarrollar su actividad, así como las piezas dedicadas a la situación de las que se van deteriorando en las máquinas del proceso productivo.

e. **Materiales diversos**

Sirven para mantener las máquinas a punto y en óptimas condiciones.

f. **Productos defectuosos u obsoletos**

Son los que han salido con algún defecto de fabricación o se han quedado desfasados por permanecer mucho tiempo sin venderse.

g. **Envases y embalajes**

Los envases son aquellos recipientes destinados a la venta, esto es, que servirán para comercializar el producto que contienen. Los embalajes sirven para proteger el producto envasado durante la manipulación, el almacenamiento y transporte.

h. **Residuos**

En el proceso productivo se generan desechos o restos sobrantes a los que o bien no se pueden sacar ningún provecho (virutas), o bien se pueden aprovechar de alguna manera (chatarra).

3. **Clasificación de *stocks***

a. **Criterio funcional**

1) ***Stock* de ciclo**

Es el que sirve para atender la demanda normal de los clientes. Se suelen hacer pedidos de un tamaño tal que permita atender la demanda durante un periodo de tiempo largo.

2) *Stock de seguridad*

Es el previsto para las demandas inesperadas de clientes o retrasos en las entregas de los proveedores. Funciona como un (colchón) complementario al *stock* de ciclo. Ayuda a evitar las roturas de *stock*.

3) *Stock de presentación*

Es el que está en el lineal para atender las ventas más inmediatas, es decir, las que están a la vista del consumidor o cliente final. La cantidad dependerá de la venta media, del tipo de producto y de la política comercial que se mantenga.

4) *Stock estacional*

Su objetivo es hacer frente a aquellas ventas esperadas que se producen en una determinada estación o temporada. Sería el caso de productos como el turrón, los helados, las gafas de sol. También se puede producir por huelgas, guerras, o simplemente por razones comerciales.

5) *Stock en tránsito*

Es el que está circulando por las distintas etapas del proceso productivo y de comercialización. También se llama así el stock acumulado en los almacenes de tránsito situados entre los almacenes del comprador y del vendedor.

6) *Stock en recuperación*

Son los artículos o productos usados, pero que pueden ser reutilizados en parte o en su totalidad para otros nuevos.

7) *Stock muerto*

Son los artículos obsoletos o viejos que ya no sirven para ser reutilizados y deben ser desechados.

8) *Stock especulativo*

Si se prevé que la demanda de un determinado bien va a incrementarse en una gran cantidad, se acumula stock cuando aún no hay tal demanda y, por tanto, es menos costoso. Se debe tomar en cuenta si el precio de un producto aumenta en una proporción directa a la demanda que hay en él.

b. Criterio Operativo

1) *Stock* óptimo

Es el que compatibiliza una adecuada atención a la demanda y una rentabilidad maximizada teniendo en cuenta los costes de almacenaje.

2) *Stock* cero

Este tipo de *stock* se identifica con el sistema de producción *Just in Time* (JIT) o (Justo a tiempo), que consiste en trabajar bajo demanda, es decir, solo se producirá cuando sea necesario para atender una demanda concreta.

3) *Stock* físico

Es la cantidad de artículo disponible en un momento determinado en el almacén. Nunca puede ser negativo.

4) *Stock* neto

Es el *stock* físico menos la demanda no satisfecha. Esta cantidad sí puede ser negativa.

5) *Stock* disponible

Es el *stock* físico, más los pedidos en curso del artículo a los proveedores, menos la demanda insatisfecha. (Cana, 2005)

E. Sistemas de fabricación

1. Fabricación por *stock* (*Make To Stock*)

A la fabricación por stock o fabricación contra también se le conoce con los términos ingleses *Make To Stock* (MTS) y *Build To Stock*. Consiste en producir los artículos de acuerdo con la demanda esperada. La cantidad y el tipo de artículos que se hace se determina de acuerdo con la gestión de inventario.

Este tipo de fabricación es especialmente interesante para aquellas empresas productoras que suministran a grandes minoristas. Estos grandes minoristas, como los supermercados, piden en grandes cantidades y los artículos no suelen estar personalizados (European Knowledge Center for Information Technology, 2022)

2. Fabricación por pedido (*Make To Order*)

La fabricación por pedido también es conocida por sus términos anglosajones *Make To Order* (MTO) y *Build To Order*. Esta forma de producir significa que un producto se realiza bajo pedido. Por lo que no se trabaja con un inventario fijo.

La gran ventaja de la fabricación por pedido es que normalmente nunca hay excedentes de *stock*. Al comprar los materiales cuando hay un pedido, siempre está disponible la cantidad exacta de inventario que realmente se usará (y que, por lo tanto, se venderá). Por lo que es una manera rentable de trabajar.

En segundo lugar, este método se encarga de que los artículos estén más personalizados. Una empresa que diseña y fabrica muebles para sus clientes, por ejemplo, tendrá que optar por trabajar según el método de fabricación por pedido.

Una desventaja del *Make To Order* puede ser que los clientes tengan un periodo de entrega más largo. Primero, los materiales tienen que llegar a la empresa productora antes de que el artículo se pueda hacer realmente. Además, la producción de un artículo a medida suele tomar a menudo más tiempo. (European Knowledge Center for Information Technology, 2018)

F. Producción

La producción la transformación de un bien o materia prima en un producto o servicio, un sistema de producción implica ya una serie de procesos para cumplir con este objetivo.

1. Sistemas de producción

Los sistemas de producción son elementos relacionados, organizados y que tienen interacción ya sean personas, materiales, máquinas, estilo de dirección o procedimientos. Todo esto hace que los materiales o información se transformen hasta llegar a ser un producto o servicio dedicado a la venta. Una vez acabado y repetido este ciclo, cuando se analizan los sistemas usados para la producción industrial empresarial, se pueden optimizar o transformar los procesos para ser más eficientes en costes, tiempos de entrega y calidad. (Retos en Supply Chain, 2022)

a. Tipos de sistemas de producción

1) Producción por trabajo

A esta modalidad productiva también se la conoce como producción bajo pedido. Consiste en concentrar todos los esfuerzos en elaborar un solo producto cada vez. El resultado es diferente en cada ocasión, por lo que se trata de un concepto asociado a un uso intensivo en mano de obra. Los productos pueden hacerse a mano o mediante una combinación de métodos manuales y mecánicos.

Antes de aceptar este tipo de producción es necesario seguir unos pasos que servirán tanto para presentar el presupuesto como para establecer un guion de trabajo.

- a) Lista de materiales y maquinarias necesarias para realizar el pedido.
- b) Un esquema que explique todos los pasos que se deben seguir.
- c) Plan con secuencia cronológica abordando, en profundidad, todos los puntos a desarrollar, su tiempo y todo lo necesario para llevarlo a cabo.

2) Producción por lotes

Se definen así a los sistemas de producción industrial mediante los que se crea una pequeña cantidad de productos idénticos y limitados. Esta modalidad productiva también puede ser intensiva en mano de obra, aunque generalmente no lo es tanto como la opción anterior ya que se introduce el concepto de las plantillas o modelos, que contribuyen a agilizar la producción, reduciendo también el factor de personalización que existía en la producción por trabajo. Los lotes de producto se pueden hacer con la frecuencia necesaria y las máquinas pueden también sustituirse por otras fácilmente cuando es necesario producir un lote de un producto diferente. Este tipo de organizaciones puede aportar grandes beneficios, pero, es el tipo de producción que más dificultades encuentra a la hora de organizar el funcionamiento del departamento de producción.

3) Producción en masa

Es la que se ocupa de la producción de cientos de productos idénticos, por lo general en una línea de producción. Esta opción, a menudo implica el montaje de un número indeterminado de componentes individuales, piezas que pueden ser compradas a otras empresas. Generalmente, cuando se trata de este tipo de sistemas de producción industrial existen tareas automatizadas, lo que permite dar salida a un volumen de productos más elevado, utilizando menos trabajadores.

4) Producción de flujo continuo

Es cuando se realizan muchos miles de productos idénticos. La diferencia entre ésta y la producción en masa es que, en este caso, la línea de producción se mantiene en funcionamiento 24 horas al día, siete días a

la semana. De esta forma se consigue maximizar la producción y eliminar los costes adicionales de iniciar y detener el proceso productivo. De las cuatro opciones industriales, ésta es la que cuenta con procesos más altamente automatizados y la que requiere de menos trabajadores. Además, la automatización consigue productos con menos fallos, haciendo que el proceso productivo sea mucho más efectivo y eficiente. Para poder entrar a formar parte de este tipo de producción, se deben dar una serie de consideraciones previas:

a) Demanda sustancialmente alta

Debe existir una buena demanda previa para poder dar cabida a todo el trabajo de producción. Además, ésta debe ser constante, ya que una demanda intermitente originaría grandes costes de almacenaje en los periodos en los que la demanda bajara.

b) Producto normalizado

El producto no debe sufrir modificaciones para que este tipo de producción se lleve a cabo.

c) Las operaciones deben estar bien definidas

Es necesario saber en qué consiste cada etapa de la producción, los pasos y materiales a seguir y cualquier tema que influya en la producción de tal manera que todo se tenga preparado. (Retos en Supply Chain, 2022)

b. Productividad operativa

La tasa de productividad es la cantidad de producción generada en una hora de trabajo. En realidad, la productividad simplemente se refiere a la medición de la eficiencia del proceso de producción de una empresa. Esta medición toma en los inputs y outputs involucrados en el proceso de producción.

Los insumos más comunes son horas de trabajo, capital y materiales, mientras que las ventas o la cantidad de bienes producidos son unidades de producción comunes. Algunas de las mediciones de productividad más habituales son la productividad laboral total de los empleados en conjunto, la productividad laboral de los empleados a nivel individual y la productividad de ventas. Pero no son las únicas que interesan a quienes buscan cómo calcular la productividad. (Retos Directivos EAE, 2021)

1) ¿Qué influye en la productividad de una empresa?

Entre los factores más importantes que afectan a la productividad destacan los siguientes:

a) Factores técnicos

La productividad depende en gran medida de la tecnología. Los factores técnicos son los más importantes. Estos incluyen la ubicación, el diseño y el tamaño adecuados de la planta y maquinaria, el diseño correcto de máquinas y equipos, investigación y desarrollo, automatización e informatización, etc. Si la organización utiliza la última tecnología, su productividad será alta.

b) Factores de producción

La productividad está relacionada con los factores de producción. La producción de todos los departamentos debe planificarse, coordinarse y controlarse adecuadamente. La calidad adecuada de las materias primas debe utilizarse para la producción. El proceso de producción debe simplificarse y estandarizarse. Si todo está bien, aumentará la productividad.

c) Factor organizacional

La productividad es directamente proporcional a los factores organizacionales. Se debe utilizar un tipo simple de organización. La autoridad y la responsabilidad de cada individuo y departamento deben definirse adecuadamente. La línea y las relaciones del personal también deben estar claramente definidas. Por lo tanto, deben evitarse los conflictos entre la línea y el personal. Debería haber una división del trabajo y especialización en la medida de lo posible. Esto aumentará la productividad de la organización. (Retos Directivos EAE, 2021)

d) Factores de personal

La productividad de la organización está directamente relacionada con los factores de personal. Se debe seleccionar al individuo adecuado para los puestos adecuados. Después de la selección, se les debe dar capacitación y desarrollo adecuados. Se les debe dar mejores condiciones de trabajo y ambiente de trabajo. Deben estar debidamente motivados; financieramente, no financieramente y con incentivos positivos. Deben introducirse políticas de incentivos salariales. La seguridad laboral también debe asegurarse. Se debe dar importancia a las opiniones o sugerencias de los trabajadores. Debe haber una transferencia adecuada, promoción y otras políticas de personal. Todo esto aumentará la productividad de la organización. (Retos Directivos EAE, 2021)

e) Factores financieros

La productividad depende de los factores financieros. Las finanzas son la sangre vital de los negocios modernos. Debería haber un mejor control sobre el capital fijo y el capital de trabajo. Debe haber una planificación financiera adecuada. El gasto de capital debe controlarse adecuadamente. Se debe evitar la utilización excesiva y excesiva de capital. La gerencia debería ver que obtienen los rendimientos adecuados

del capital que se invierte en el negocio. Si la financiación se gestiona adecuadamente, la productividad de la organización aumentará. (Retos Directivos EAE, 2021)

f) Factores de gestión

La productividad de la organización se basa en los factores de gestión. La gestión de la organización debe ser científica, profesional, orientada al futuro, honesta y competente. Los gerentes deben poseer imaginación, habilidades de juicio y disposición para correr riesgos.

g) Factores gubernamentales

La productividad depende de factores gubernamentales. La gerencia debe tener un conocimiento adecuado sobre las reglas y regulaciones del gobierno. También deberían mantener buenas relaciones con el gobierno.

h) Factores de ubicación

La productividad también depende de factores de ubicación, como la situación de la ley y el orden, las instalaciones de infraestructura, la proximidad al mercado, la proximidad a las fuentes de materias primas, mano de obra calificada, etc.

G. Control de tiempos

1. Definiciones generales

El control de tiempos puede ser aplicado para un equipo (máquina), para un proceso o para una célula (conjunto de procesos / equipos).

Cuadro 1. Modo genérico de tiempos.

TIEMPO CALENDARIO (C)					
TIEMPO PROGRAMADO TOTAL (PT)				CAUSAS EXTERNAS (E)	TIEMPO LIBRE (L)
TIEMPO PROGRAMADO P/PRODUCCIÓN (PP)			PARADAS PROGRAMADAS (P)		
TIEMPO ÚTIL (U)	QUIEBRA RITMO (r)	INTERRUPCIÓN (I)			

Fuente: Gerdau.

a. Tiempo calendario (C)

Es el periodo calendario considerado en horas, eso es, los días del mes multiplicados por 24 horas. Por ejemplo, para un mes de 30 días, tenemos: $30 \times 24 = 720$ horas.

b. Causas externas (E)

Son las horas paradas debido a motivos que no están bajo la gestión de la unidad industrial, como por ejemplo fallo de energía eléctrica por responsabilidad de la concesionaria, falta de gas natural por responsabilidad del proveedor, paros, fenómenos naturales como inundaciones, huracanes, etc.

No son causas externas, las paradas de equipos debidas:

- a la falta de materia-prima.
- a problemas de movimiento y manoseo de materiales y/o materias-primas.
- a problemas de utilidades (falta de agua, gas natural, aire comprimido, etc.).

c. Tiempo libre (L)

Son las horas en que el equipo, aunque apto para operar, no fue utilizado en la producción por decisión de la empresa, y no se realizó cualquier actividad operacional o de mantenimiento.

Son considerados como tiempo libre:

- Falta de programación (falta de mercado).
- Reuniones o fiestas en que la empresa decide parar la producción.
- Las horas pico de energía eléctrica cuando no utilizadas en paradas programadas (ej.: mantenimiento, cambios) o para producción.
- Las paradas anuales de mantenimiento.
- Las paradas para implantación de inversiones.
- El período de teste en frío de un nuevo equipo.
- El tiempo vinculado al desarrollo de nuevos productos y mejora de los procesos.

Cuando se utiliza el Tiempo Libre para actividades generales, que no consumirían tiempo útil de operación, como limpieza predial y pintura, realizadas principalmente con objetivo de ocupar la mano de obra disponible, estas horas deben seguir siendo contabilizadas como Tiempo Libre. También se considera Tiempo Libre el tiempo de espera en el cambio de turno.

d. Tiempo programado total (PT)

Son las horas programadas para la producción y para las paradas programadas.

Tiempo Programado Total = Tiempo Calendario - Causas Externas - Tiempo Libre.

e. Tiempo programado para producción (PP)

Son las horas del Tiempo Programado Total, programadas para producción.

Tiempo Programado para Producción = Tiempo Programado Total - Paradas Programadas.

f. Paradas programadas (P)

Son caracterizadas por su previsibilidad, es decir, la programación anticipada y/o sistemática. Son las horas de parada previstas, programadas, para mantenimiento, cambios, etc. necesarias al buen funcionamiento del equipo.

Cuando no se opera en las horas de pico de energía, pero se utiliza este tiempo para realizar mantenimientos, cambios o reformas, que de otro modo consumirían el tiempo útil de producción, se debe contabilizar ese tiempo como Parada Programada.

Cuando una Parada Programada se extiende más allá del tiempo programado, el tiempo excedente debe considerarse como Parada Programada y no como Interrupción, pues no había un equipo operando que fue imprevistamente interrumpido para que se caracterizara una Interrupción.

Para que una parada sea considerada como programada, esta debe haber sido definida con una antecedencia mínima de 24h. Cuando el tiempo de una Parada Programada no se utiliza totalmente para la parada, el tiempo restante disponible debe ser definido como:

- Tiempo Útil, si el equipo empieza a operar.
- Tiempo Libre, si el equipo no vuelve a operar por falta de programación o por decisión de la empresa.
- Causa Externa, si el equipo no vuelve a operar por un factor fuera de la gestión de la Unidad Industrial.

g. Interrupciones

Son las paradas que interrumpen la operación de la línea de forma imprevista. Lo que caracteriza una interrupción es el hecho de que la línea estaba operando y para por un motivo imprevisto.

Las interrupciones pueden ser operacionales o de mantenimiento. Cambios de artesas, canales, guías, cilindros y cajas, cuando no planeadas con antelación, son consideradas interrupciones operacionales.

h. **Quiebra de ritmo (r)**

La quiebra de ritmo es caracterizada por una operación del equipo a bajo o arriba del Estándar de Producción Horaria (EPH) definido para el binomio equipo/producto. Si, para la producción de un determinado producto, el equipo opera a una producción horaria inferior a la capacidad estándar determinada para el producto en cuestión, habrá una QUIEBRA DE RITMO.

Las QUIEBRAS DE RITMO positivas significan que se opera con un ritmo menor del estándar. y las QUIEBRAS DE RITMO negativas ocurren cuando el estándar es sobrepasado. En este caso, un nuevo Estándar de Producción Horaria (EPH) debe ser establecido. Con el nuevo estándar, la QUIEBRA DE RITMO deberá dejar de ser negativa.

Las QUIEBRAS DE RITMO son de difícil medición directa. En la práctica la medición es hecha de forma indirecta, considerando la producción real obtenida para el ítem y su respectivo Estándar de Producción Horaria. Por lo tanto, para que se pueda calcular las quiebras de ritmo, todos los productos deben tener definidos los suyos respectivos EPH (los cuales son calculados para el equipo / producto cuello de botella).

Para obtener el valor de la Quiebra de Ritmo (r), se parte del Tiempo Programado para Producción (PP) donde se sustraen las interrupciones (I) que pueden ser operacionales (o), mecánicas (m) y electro-electrónicas (e) y el tiempo realmente gasto para producción (calculado por la división de la producción real por el suyo respectivo EPH).

$$r = PP - o - m - e - (\text{Producción Real} / \text{EPH})$$

i. **Tiempo útil (U)**

Son las horas en que el equipo opera sin interrupciones y en su RITMO y PRODUCCIÓN HORARIA estándares. El tiempo ÚTIL es obtenido por la división de la producción real obtenida en el Tiempo Programado para Producción por el Estándar de Producción Horaria (EPH).

$$U = \text{Producción Real} / \text{EPH}$$

2. **Estándar de producción horaria (EPH)**

El Estándar de Producción Horaria (EPH) es la producción horaria que el equipo / proceso puede producir sin interrupciones y dentro del ritmo estandarizado. El Estándar de Producción Horaria es definido por el equipo cuello de botella de la máquina o por el proceso cuello de botella y es específico para cada producto.

Para una máquina el CUELLO DE BOTELLA, y por consecuencia el EPH, puede variar de valor y posición para las diferentes dimensiones y perfiles producidos y debe ser determinado correctamente por la ingeniería del proceso. Ejemplos de cuellos de botella:

- Capacidad del horno de recalentamiento.
- Velocidad del carro de corte.
- Velocidad en el tren acabador.
- Velocidad o capacidad de la cizalla divisora.
- Velocidad de la regla móvil.
- Largo a caliente de los productos en la mesa de enfriamiento.
- Ciclo de la mesa de enfriamiento.
- Sistema de empaquetamiento.

3. Cálculo de utilización

La fórmula utilizada para el cálculo de la utilización descuenta las CAUSAS EXTERNAS (E) y el TIEMPO LIBRE (L), todavía, incluye las PARADAS PROGRAMADAS (PP).

$$\text{Utilización} = \text{TIEMPO ÚTIL (U)} / \text{TIEMPO PROGRAMADO TOTAL (PT)}$$

V. METODOLOGÍA

A. Procesos y métodos

1. Análisis de la información



Se analiza la información del área y las causas probables por las cuales se tiene desabastecimiento de materia prima en el área, para así poder dar una solución donde se determine un sistema que garantice el abastecimiento de materia prima del área de alambre espigado, con este tipo de sistema también se definirá la frecuencia con la cual se requiere realizar el control de abastecimiento de materias primas del área de alambre espigado.





2. Obtención de los recursos



Para obtener los recursos y la información necesaria se debe considerar como es que funciona cada uno de los procesos. El proceso de trefilado de alambón es el primero primer proceso para obtener materia prima para alambre galvanizado.

El proceso de trefilado se detalla en el siguiente Cuadro 2.

Cuadro 2. Proceso de elaboración de alambre trefilado.


Qué	Cómo	Anexo
Solicitud de Materia Prima	Se solicita la materia prima lo cual es el alambón para poder trefilar el alambre.	
Preparación de alambón	Se coloca en los pay off para poder pasar por los rollos enderezadores	





Qué	Cómo	Anexo
<p>Enhebrar alambón en rodos enderezadores</p>	<p>Se enhebra el alambón en los rodos enderezadores para darle continuidad al alambón y evitar reventaduras en el proceso.</p>	
<p>Enhebrar alambón en la caja de decapado</p>	<p>Pasar el alambón por el decapado para eliminar la escoria y oxidación.</p>	
<p>Caja de lubricación</p>	<p>Pasar el alambón por la caja de lubricación donde contiene polvo para trefilar.</p>	
<p>Alambón en la caja de dados</p>	<p>Enhebrar el alambre en la caja de dados para hacer la disminución de diámetro del alambón, según las especificaciones del proceso.</p>	

Qué	Cómo	Anexo
Enrollar alambre en bobinas	Posicionar el alambre en las bobinas para tener el producto en óptimas condiciones.	
Producto terminado	Descargar el producto en las canastas para poder trasladar al área correspondiente.	

Luego de trefilar el alambre se pasa al proceso de alambre galvanizado, en el Cuadro 3 se detalla el proceso de alambre galvanizado.

Cuadro 3. Proceso de alambre galvanizado.


Qué	Cómo	Anexo
Preparación de alambre	Se recibe el alambre trefilado y en los rollos enderezadores para colocarlo en el horno.	






Qué	Cómo	Anexo
<p>Recocido de alambre en horno</p>	<p>Colocar el alambre en el horno de recocido para brindar el tratamiento térmico necesario para el proceso.</p>	
<p>Decapado químico del alambre</p>	<p>El alambre se introduce a este proceso para eliminar las impurezas del alambre como la escoria y suciedad que se produce en el recocido.</p>	
<p>Fluxado de alambre</p>	<p>Se proporciona un recubrimiento al alambre para poder una base para la adherencia del zinc.</p>	
<p>Secado de alambre</p>	<p>Se secan las impurezas del fluxado para posteriormente pasar al horno de zinc para el recubrimiento del alambre.</p>	


Qué	Cómo	Anexo
Baño de zinc de alambre	En el horno de zinc es donde se realiza el proceso de adherencia o recubrimiento de zinc al alambre.	
Producto terminado	Se realiza una última limpieza al alambre y es recolectado en para su traslado y empaquetado como producto terminado.	

Para la obtención del alambre espigado, se detalla el proceso en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Proceso de elaboración de alambre espigado.

Qué	Como	Anexo
Materia prima	Se solicita la materia prima al área de alambre galvanizado para comenzar con la operación de alambre espigado. La materia prima que se solicita es con base al producto que requieren fabricar según los pedidos.	

Qué	Cómo	Anexo
Inspecciones de la maquina	Se realiza un checklist de verificación de los parámetros de la maquina antes de manipularla.	
Lubricación de la maquina	Se lubrica la maquina con aditivos para su correcto funcionamiento.	
Enhebrar la materia prima	Enhebrar el alambre galvanizado para comenzar con la fabricación del alambre espigado.	
Inspección de producto terminado	Realizar las inspecciones del producto y verificar que cumplan los estándares del proceso.	 

Qué	Cómo	Anexo
<p data-bbox="386 478 625 556">Empaque de producto terminado</p>	<p data-bbox="690 478 971 556">Empacar el producto para entregar a bodega.</p>	

Para obtener la información de las interrupciones de materia prima, la empresa siderúrgica nos brindó un acceso a SharePoint para poder obtener los datos que los digitadores ingresaban al sistema.

Esta información se presenta en los cuadros 4,5,6,7.

Cuadro 5. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de abril 2022.

Código fecha	Turno	Máquina	Duración	Código	Tiempo	Tipo	Interrupción
31a	2.00	e18	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
4	1.00	e35	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
7	1.00	e17	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
8	1.00	e31	600.00	10.00	10.00	E	Falta de materia prima
8	1.00	e32	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
8	1.00	e33	450.00	10.00	7.50	E	Falta de materia prima
8	1.00	e38	380.00	10.00	6.33	E	Falta de materia prima
8	1.00	e41	2.00	10.00	0.03	E	Falta de materia prima
8	1.00	e42	2.00	10.00	0.03	E	Falta de materia prima
8	2.00	e29	100.00	10.00	1.67	E	Falta de materia prima
8	2.00	e29	100.00	10.00	1.67	E	Falta de materia prima
8	2.00	e32	40.00	10.00	0.67	E	Falta de materia prima
9	1.00	e26	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
9	1.00	e32	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
9	3.00	e31	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
9	3.00	e34	150.00	10.00	2.50	E	Falta de materia prima
9	3.00	e38	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
13	3.00	E32	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
13	3.00	E33	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
13	3.00	E34	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
13	3.00	E37	300.00	10.00	5.00	E	Falta de materia prima
13	3.00	E38	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
13	3.00	E38	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
12	2.00	E05	120.00	10.00	2.00	E	Falta de materia prima
12	2.00	E35	10.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima
18	3.00	E44	165.00	10.00	2.75	E	Falta de materia prima
19	1.00	E05	135.00	10.00	2.25	E	Falta de materia prima

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 6. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de mayo 2022.

Código fecha	Turno	Máquina	Duración	Código	Tiempo	Tipo	Interrupción
29a	1.00	E26	150.00	10.00	2.50	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E28	720.00	10.00	12.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E32	360.00	10.00	6.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E33	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E29	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E29	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E30	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E31	310.00	10.00	5.17	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E31	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E26	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E27	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E28	720.00	10.00	12.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E34	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E37	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E38	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E38	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
29a	1.00	E40	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
29a	2.00	E17	50.00	10.00	0.83	E	Falta de materia prima
29a	2.00	E28	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
29a	2.00	E28	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
4	3.00	E27	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
10	3.00	E04	105.00	10.00	1.75	E	Falta de materia prima
10	3.00	E05	360.00	10.00	6.00	E	Falta de materia prima
11	1.00	E02	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
11	1.00	E04	480.00	10.00	8.00	E	Falta de materia prima
11	1.00	E05	480.00	10.00	8.00	E	Falta de materia prima
11	2.00	E02	15.00	10.00	0.25	E	Falta de materia prima
11	2.00	E04	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
11	2.00	E20	100.00	10.00	1.67	E	Falta de materia prima
12	1.00	E03	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
13	3.00	E36	120.00	10.00	2.00	E	Falta de materia prima
19	1.00	E01	180.00	10.00	3.00	E	Falta de materia prima
19	1.00	E02	120.00	10.00	2.00	E	Falta de materia prima
19	1.00	E05	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
19	1.00	E06	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
19	1.00	E20	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 7. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de junio 2022.

Código fecha	Turno	Máquina	Duración	Código	Tiempo	Tipo	Interrupción
31a	2.00	E05	45.00	10.00	0.75	E	Falta de materia prima
1	2.00	E06	20.00	10.00	0.33	E	Falta de materia prima
1	3.00	E01	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
1	3.00	E05	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
1	3.00	E05	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
2	1.00	E26	180.00	10.00	3.00	E	Falta de materia prima
2	2.00	E26	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
2	2.00	E28	360.00	10.00	6.00	E	Falta de materia prima
2	2.00	E33	210.00	10.00	3.50	E	Falta de materia prima
2	2.00	E34	20.00	10.00	0.33	E	Falta de materia prima
2	2.00	E36	20.00	10.00	0.33	E	Falta de materia prima
2	2.00	E37	180.00	10.00	3.00	E	Falta de materia prima
2	2.00	E38	120.00	10.00	2.00	E	Falta de materia prima
6	1.00	e07	10.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima
6	1.00	e10	170.00	10.00	0.33	E	Falta de materia prima
7	1.00	e10	540.00	10.00	2.00	E	Falta de materia prima
7	1.00	e17	60.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima
7	2.00	e17	35.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima
7	3.00	e10	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
7	3.00	e29	35.00	10.00	0.58	E	Falta de materia prima
7	3.00	E33	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
7	3.00	E34	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
8	2.00	e14	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
9	1.00	e04	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
9	1.00	e10	540.00	10.00	9.00	E	Falta de materia prima
10	1.00	E02	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
10	1.00	E03	720.00	10.00	12.00	E	Falta de materia prima
10	1.00	E15	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
10	1.00	E16	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 8. Fragmento de interrupciones en horas por falta de materia prima mes de julio 2022.

Código fecha	Turno	Máquina	Duración	Código	Tiempo	Tipo	Interrupción
30a	1.00	E24	540.00	10.00	9.00	E	Falta de materia prima
30a	1.00	E25	540.00	10.00	9.00	E	Falta de materia prima
30a	1.00	E29	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
30a	3.00	E01	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
30a	3.00	E20	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
1	1.00	E03	150.00	10.00	2.50	E	Falta de materia prima
1	1.00	E05	150.00	10.00	2.50	E	Falta de materia prima
1	1.00	E06	360.00	10.00	6.00	E	Falta de materia prima
1	2.00	E29	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
5	1.00	E01	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
5	1.00	E03	45.00	10.00	0.75	E	Falta de materia prima
5	1.00	E05	45.00	10.00	0.75	E	Falta de materia prima
5	1.00	E06	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
5	3.00	E23	480.00	10.00	8.00	E	Falta de materia prima
5	3.00	E24	480.00	10.00	8.00	E	Falta de materia prima
5	3.00	E25	480.00	10.00	8.00	E	Falta de materia prima
6	1.00	E06	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
6	1.00	E10	20.00	10.00	0.33	E	Falta de materia prima
6	1.00	E11	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
6	2.00	E06	540.00	10.00	9.00	E	Falta de materia prima
6	3.00	E06	450.00	10.00	7.50	E	Falta de materia prima
6	3.00	E17	30.00	10.00	0.50	E	Falta de materia prima
7	1.00	E06	420.00	10.00	7.00	E	Falta de materia prima
7	1.00	E36	90.00	10.00	1.50	E	Falta de materia prima
7	2.00	E06	540.00	10.00	9.00	E	Falta de materia prima
7	3.00	E06	450.00	10.00	7.50	E	Falta de materia prima
7	3.00	E36	150.00	10.00	2.50	E	Falta de materia prima
8	2.00	E06	60.00	10.00	1.00	E	Falta de materia prima
8	2.00	E35	5.00	10.00	0.08	E	Falta de materia prima
8	3.00	E06	720.00	10.00	12.00	E	Falta de materia prima
9	1.00	E02	240.00	10.00	4.00	E	Falta de materia prima
9	1.00	E35	360.00	10.00	6.00	E	Falta de materia prima
10	3.00	E06	10.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima
10	3.00	E31	10.00	10.00	0.17	E	Falta de materia prima

Fuente: Empresa siderúrgica.

Para la recopilación de información se realizó un mapeo de los productos que se elaboraban en el área de alambre espigado, los calibres de alambre galvanizado se utilizan para la fabricación de los productos, así mismo la cantidad de máquinas que elaboran los productos.

El listado de materia prima que se utiliza para la elaboración de los productos espigados se detalla en el Cuadro 8. El detalle de las máquinas y los productos que elabora cada una se detalla en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Lista de materia prima para la elaboración de alambre espigado.

No.	Descripción	Diámetro	Utilización
1	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 12 1/4	2.68	Espigado Honduras
2	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 13 1/2	2.26	Espigado Honduras
3	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 14 1/4	2.03	Espigado Honduras
4	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 14 3/4	1.91	Espigado Guate
5	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 15 3/4	1.70	Espigado Guate
6	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 17 1/4	1.42	Espigado Guate
7	ALAMBRE GALV 1.59 MM ACER C3 INT (V)	1.59	Espigado Honduras
8	ALAMBRE GALV 1.45 MM DURO	1.45	Espigado Honduras
9	ALAMBRE GALV 1.45 MM ACER	1.45	Espigado Honduras
10	ALAMBRE GALV 1.45 MM ACER CLASE III	1.45	Espigado Honduras
11	ALAMBRE GALV 1.40 MM DURO	1.40	Espigado Honduras
12	ALAMBRE GALV 1.34 MM DURO	1.34	Espigado Honduras

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 10. Número de máquinas, productos que elaboran y tipo de máquina.

No. de máquina	Tipo de máquina	Productos que fabrican
Máquina 1-6	Motto	Económico y Cerca
Máquina 7-20	IOWA GT	AG-400 y Toro
Máquina 21-25	Vittari	Brahman, El Económico, Intrefica 200 y 400 varas, Pantera 200 y 400 varas.
Máquina 26-40	Iowa	Brahman, El Económico, Intrefica 200 y 400 varas, Pantera 200 y 400 varas, Trefica 15.5, Trefica 16.
Máquina 41	Motto	Brahman, El Económico, Intrefica 200 y 400 varas, Pantera 200 y 400 varas.
Máquina 42	Iowa	Iowa 70 lb
Máquina 43	Iowa	Iowa 55 lb

Fuente: Empresa siderúrgica.

Los productos que se elaboran a partir de la materia prima se detallan en el Cuadro 10.

Cuadro 11. Lista de productos de alambre espigado.

No.	Producto	Materia Prima (alambre galvanizado)	
		Cordón	Púa
1	Cerca	17 ¼	17 ¼
2	Económico	17 ¼	17 ¼
3	AG-400	15 ¾	15 ¾
4	Toro	14 ¾	15 ¾
5	Brahman	1.45	1.34
6	El Económico	1.40	1.34
7	Intrefica 200 v	1.45	1.34
8	Intrefica 400 v	1.45	1.34
9	Pantera 200 v	1.45	1.34
10	Pantera 400 v	1.45	1.34
11	Trefica 15.5	1.59	1.34
12	Trefica 16	1.45	1.34
13	Iowa 55 libras	2.28	2.03
14	Iowa 70 libras	2.68	2.03

Fuente: Empresa siderúrgica.

Los tiempos de falta de materia prima se obtiene a partir de los reportes de paradas de falta de materia prima. Determine la información por medio del formulario del reporte de paradas no programadas (RPNP) espigado con numero de formulario FRM-0DO20506-01 versión 2. El tiempo se obtiene en minutos y por medio de un código que este asignado a la interrupción de falta de materia prima. El listado se detalla en el Cuadro 11. El formato de paradas no programadas se especifica en los cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Listado de interrupciones operacionales.

CÓDIGO	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	L	Cambio de turno
2	P	Limpieza de máquinas
3	L	Comida
4	P	Dialogo de desempeño
5	IO	Checklist de máquina
6	L	Capacitación
7	L	Inventario
8	E	Atraso de bus
9	E	Falta de energía
10	E	Falta de materia prima
11	L	Sin programa de producción
12	IO	Ir a clínica
13	IO	Ir a bodega
14	IO	Falta de operador
15	E	Falta de tarimas
20	IO	Espera de montacarga
21	E	Falta de canasta o charola
22	IO	Materia prima con defecto (grumos, puntas, dureza, enrollado)
23	P	Mantenimiento preventivo
24	IE	Interrupción eléctrica
25	IM	Interrupción mecánica
26	IM	Interrupción tornos
27	IM	Interrupción soldadura
28	IE	Mantenimiento eléctrico en grúa
29	IM	Mantenimiento mecánico en grúa
30	IM	Espera de mecánico
31	IE	Espera de eléctrico
32	IO	Calibración / Arranque
33	IO	Espera de grúa
34	IO	Engrase / lubricación
35	IO	Enhebrado
36	IO	Cambio de calibre

CÓDIGO	TIPO	DESCRIPCIÓN
37	IO	Desenredo / Enredo
38	IM	Espera de soldador
39	IO	Entarimado de producto
40	IO	Paro de dos máquinas por ajuste
50	IO	Cambio de entorchador
51	IO	Carga de alambre
52	IO	Reventadura en torre
53	IO	Atasco de alambre
54	IO	Reventadura en el proceso
55	IO	Cambio de rotulas
56	IO	Ajustar púa
57	IO	Ajuste de carrito
58	IO	Ajuste de tiempos
59	IO	Tiempo de espera por ajustador
60	IM	Cambio de cojinete
61	IO	Afilar cuchillas
62	IO	Ajuste de cuchillas
63	IO	Atascamiento de alambre de púa
64	IO	Atascamiento en guía central
65	IM	Calentamiento de fricciones de freno
66	IM	Ajuste de ratch
67	IO	Ajuste en entorchado
68	IO	Ajuste en mordaza de la campana
69	IO	Ajuste de pin de la púa
70	IO	Cambio de guías
71	IO	Cambio / Limpieza de faja
72	IO	Cambio de gavilán (entorchador de púas)
73	IO	Cambio de mordaza del entorchado
74	IO	Cambio de martillo
75	IM	Fabricación de cuchillas
76	P	Relevos

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 13. Formato de reportes de paradas no programadas (RPNP) espigado (Adverso).

NOMBRE DEL OPERADOR:		FRM-ODO20506-01																																	
		Versión: 2																																	
No Máquina		Fecha de aprobación: 30/12/2021																																	
		Frecuencia de inspección: 1 vez al día por máquina asignada																																	
GRUPO/TURNO ASIGNADO		TURNO:			SUPERVISOR:			FECHA:																											
		1	2	3	Diurno	Nocturno	Miércoles	Jueves	Viernes	Central																									
Tipo de producto (Marque el tipo de producto)		Total Producción UN		Horas Máquina		Chatarra (LB)		INSPECCIÓN MATERIA PRIMA				PRODUCTO TERMINADO				APARENCIA (C ó NC)		EMPAQUE (C ó NC)																	
										Materia prima (Calibre)		Materia prima sin defectos		Espesamiento promedio (mm) Promedio 10 espaldas -		Diámetro de Pila (mm)		Diámetro de conducto (mm)		Longitud de Pila (mm)		No. Pila en 7.5m		Longitud de Rollo (m)		Peso del Rollo (Lb)		Golpes de Montaña		SECCIONES LARGAS SIN ENTORDHAR		Escama		MANCHADO, ROTQ, ETC.	
BRAHMAN ECONOMICO NACIONAL		EL ECONOMICO NACIONAL		PANTERA 200 VARAS		PANTERA 400 VARAS		INTREFFICA 400 VARAS		C		NC																							
TREFICA CAL 16-400 VARAS		TREFICA C. 15.5-400 VARAS		IOWA CAL 12-70 LB		IOWA CAL 13-95 LB																													
BRAHMAN ECONOMICO NACIONAL		EL ECONOMICO NACIONAL		PANTERA 200 VARAS		PANTERA 400 VARAS		INTREFFICA 400 VARAS		C		NC																							
TREFICA CAL 16-400 VARAS		TREFICA C. 15.5-400 VARAS		IOWA CAL 12-70 LB		IOWA CAL 13-95 LB																													
BRAHMAN ECONOMICO NACIONAL		EL ECONOMICO NACIONAL		PANTERA 200 VARAS		PANTERA 400 VARAS		INTREFFICA 400 VARAS		C		NC																							
TREFICA CAL 16-400 VARAS		TREFICA C. 15.5-400 VARAS		IOWA CAL 12-70 LB		IOWA CAL 13-95 LB																													
BRAHMAN ECONOMICO NACIONAL		EL ECONOMICO NACIONAL		PANTERA 200 VARAS		PANTERA 400 VARAS		INTREFFICA 400 VARAS		C		NC																							
TREFICA CAL 16-400 VARAS		TREFICA C. 15.5-400 VARAS		IOWA CAL 12-70 LB		IOWA CAL 13-95 LB																													
BRAHMAN ECONOMICO NACIONAL		EL ECONOMICO NACIONAL		PANTERA 200 VARAS		PANTERA 400 VARAS		INTREFFICA 400 VARAS		C		NC																							
TREFICA CAL 16-400 VARAS		TREFICA C. 15.5-400 VARAS		IOWA CAL 12-70 LB		IOWA CAL 13-95 LB																													

Fuente: Empresa siderurgica.

Cuadro 14. Formato de reportes de paradas no programadas (RPNP) espigado (Reverso).

REPORTE DE PARADAS NO PROGRAMADAS (RPNP) ESPIGADO						FRM-ODO20506-01	Pag 2/2					
						Versión: 2						
						Fecha de aprobación: 30/12/2021						
Reporte de tiempo perdido												
MÁQUINA No.:	INICIO	FIN	DURACIÓN	COD.	FIRMA MANTO.	MÁQUINA No.:	INICIO	FIN	DURACIÓN	COD.	FIRMA MANTO.	
TOTALES Minutos:						TOTALES Minutos:						
MÁQUINA No.:	INICIO	FIN	DURACIÓN	COD.	FIRMA MANTO.	MÁQUINA No.:	INICIO	FIN	DURACIÓN	COD.	FIRMA MANTO.	
TOTALES Minutos:						TOTALES Minutos:						
ENTREGA DE TURNO												
No. Máquina												
Fallas corregidas												
Fallas pendientes												
_____						_____						
Firma operador que entrega turno						Firma operador que recibe turno						

Fuente: Empresa siderurgica

VI. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación.

Como primera etapa se recopiló la información necesaria para poder analizar las causas por las cuales se tenía falta de materia prima para el área de alambre espigado y se revisaron las horas que se tenían por falta de materia prima en el área, esta información se obtuvo de los reportes de paradas no programadas de espigado, esta información la llenaba cada colaborador de las 43 máquinas que se tenían en el área para fabricar estos productos terminados. Los reportes eran llevados a la sala de supervisores para que los digitadores ingresaran la información de producción, y los tiempos de interrupción que se tenía por máquinas. Esta información era ingresada a archivos de Excel los cuales se tenían guardados en medios digitales de la empresa siderúrgica, a los cuales nos brindaron un acceso para poder obtener esta información.

Con esta información se tomaron en cuenta los detalles y motivos por los cuales no se tiene la materia prima en el tiempo correcto para que el proceso sea continuo.

Con base en esta información se tiene el resultado a cada objetivo planteado.

1. Diseñar un control que garantice el abastecimiento de materias primas para el área de alambre espigado y aumente la productividad en el área.

Se realiza la propuesta de un diseño de control para abastecer de materia prima al proceso donde se detallan los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para el área y las necesidades que se tienen en la misma. La propuesta se especifica en el Cuadro 14.

Cuadro 15. Propuesta de control de abastecimiento de materia prima.

CONTROL DE PRODUCCION / INVENTARIO

Área
 Fecha
 Hora

TURNO
 1 2 3

Calibre	Cantidad de Máquinas	Línea (Producto)	Stock (Canastas)	Decisión
1.45 Duro				
1.45 Suave				
1.45 (III)				
1.40				
1.34				
1.59				
17 1/4				
15 3/4				
14 3/4				
13 1/2				
12 1/4				
14 1/4				

MÁQUINAS PARADAS POR FALTA DE MATERIA PRIMA	
MÁQUINAS PARADAS POR MANTENIMIENTO	
MÁQUINAS PARADAS POR INTERRUPCION MECÁNICA/ELECTRICA	

Fuente: Elaboración propia.

- j. Se realiza la creación de un procedimiento para recopilar la información de la cantidad de materia prima que se tiene en el área, así mismo los calibres de dicha materia prima y la cantidad de stock que se tiene de la misma, también la decisión que se requiere para estos calibres. El procedimiento se especifica en las figuras 5, 6 y 7.

RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA EN ÁREA DE ALAMBRE ESPIGADO		Código	Pág. 1 de 3
Elaborado por: Deivít Pérez	Revisado por:	Versión: 0	
Revisado por CI:	Revisado por SISO:	Fecha de aprobación:	
	Aprobado por:		

1. **OBJETIVO:** Detallar paso a paso el proceso de recolección de información de alambre galvanizado para el abastecimiento de alambre en el área de espigado.
2. **ALCANCE Y APLICACIÓN:** Colaboradores del área de espigado.
3. **RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD:** Es responsabilidad del supervisor de producción velar por el cumplimiento del procedimiento operativo. Jefatura de producción debe asegurar el cumplimiento del procedimiento.
4. **DESARROLLO:** Se debe realizar las actividades de las tareas definidas en este procedimiento con atención a las actividades de riesgos, que contienen el detalle del cómo, con relación a **Salud y Seguridad (SS)**, **Calidad (CA)**, **Medio Ambiente (MA)**, **Costo (CO)**, **Entrega (EN)**.
5. **DEFINICIÓN:**
CANASTA: dispositivo para almacenar alambre trefilado y/o galvanizado.

6. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

<ul style="list-style-type: none"> • Tapones auditivos • Chaleco de protección • Botas industriales • Lentes • Guantes de cuero • Casco • Barbiquejo • Cubrebocas 	
---	---


Qué	Quién	Cómo	Aspectos relevantes (SS), (CA), (MA), (CO), (EN).
Recopilación de información de calibres existentes	Operador / Ajustador	<p>La persona encargada debe observar la disponibilidad de canastas de alambre galvanizado y su calibre en el área.</p> <p>Anotar la información en el cuadro de gestión de abastecimiento.</p> 	<p>CA: es importante la validación de canastas para asegurar la operación continua del proceso.</p>

Figura 5. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 1 de 3).

Fuente: Elaboración propia.

	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA EN ÁREA DE ALAMBRE ESPIGADO	Código	Pág. 2 de 3
		Versión: 0	
		Fecha de aprobación:	




Solicitud de materia prima al área de espigado	Operador / Ajustador	<p>Si hay falta de materia prima, solicitar al área de galvanizado el abastecimiento de la materia prima y el calibre que se necesita.</p> 	<p>CA: importante emitir la solicitud en tiempo para evitar interrupciones por falta de materia prima.</p>
Traslado de materia prima al área de espigado	Operador / Ajustador	<p>Haciendo uso del puente grúa, trasladar la materia prima al área de alambre espigado y colocar en su respectiva área por calibre.</p> 	<p>(SS): Indispensable: botas industriales, barbiquejo, lentes, guantes anticorte, barbiquejo y chaleco reflectivo/uniforme.</p> <p>Revisión de pre-uso de puente grúa e inspección de equipo de izaje.</p>
Llenar cuadro de control	Operador / Ajustador	<p>La persona designada debe llenar el cuadro con la información de la existencia que se tiene de los calibres de alambre galvanizado.</p> 	<p>CA: importante mantener la información actualizada para evitar el desabastecimiento de materia prima.</p>

Figura 6. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 2 de 3).

Fuente: Elaboración propia.

	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE MATERIA PRIMA EN ÁREA DE ALAMBRE ESPIGADO	Código	Pág. 3 de 3
		Versión: 0	
		Fecha de aprobación:	

Recopilación de Información de canastas para stock	Operador / Ajustador	<p>Anotar el peso de las canastas que entran al área de espigado. Verificar el calibre del alambre con el uso del micrómetro.</p> 	EN: validar que la materia prima recibida sea la correcta.
---	----------------------	---	---

6. CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Cambio
0		Documento nuevo

7. APROBACIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Deivit Pérez		
Jefe de Producción	Jefe de Producción	Gerente Planta Trefilación

Figura 7. Procedimiento de recopilación de información de materia prima (página 3 de 3).

Fuente: Elaboración propia.

- k. Diseñar una jerarquía de las personas encargadas que realicen el registro del formulario para obtener los datos necesarios del control de inventario de materias primas.

Para definir este objetivo se hizo la creación de una jerarquía para llenar información en el tablero de control de inventario, la cual se especifica en el Cuadro 15.

Cuadro 16. Matriz de responsabilidades de recopilación de stock de materia prima.

Quién	Qué	Responsabilidades
Operador líder	Recopilación de <i>stock</i> de materia prima	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilar la información para el control de inventario de materia prima existente en el área. 2. Primera persona encargada de realizar el registro de la materia prima en <i>stock</i>
Ajustador de máquinas	Recopilación de <i>stock</i> de materia prima	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilar la información para el control de inventario de materia prima existente en el área. 2. Segunda persona encargada de realizar el registro de la materia prima en <i>stock</i>
Operador de máquina	Recopilación de <i>stock</i> de materia prima	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilar la información para el control de inventario de materia prima existente en el área. 2. Tercera persona encargada de realizar el registro de la materia prima en <i>stock</i>

Fuente: Elaboración propia.

1. Diseñar flujos de acciones y la ubicación de la materia prima en caso de desabastecimiento en el área de alambre espigado.

Las acciones propuestas para esta esté control fueron planteadas conforme a las necesidades de materia prima para la elaboración de los productos de alambre espigado, las acciones están basadas en el tablero de control de materias primas.

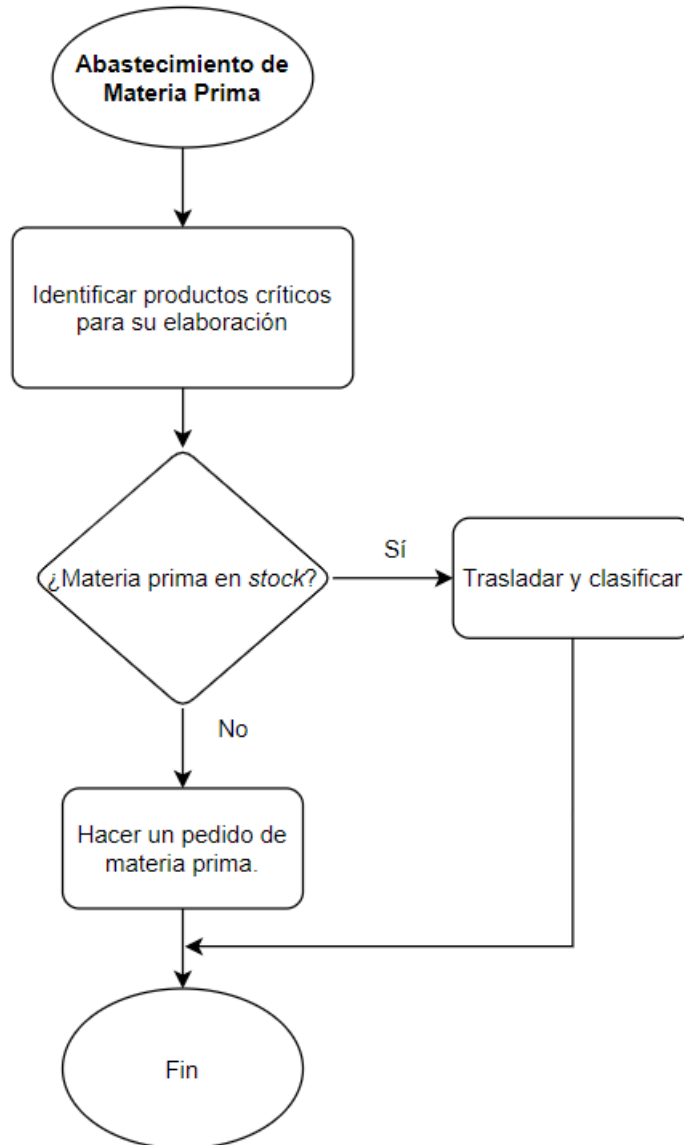


Figura 8. Matriz de decisiones para abastecimiento de materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

Para la ubicación de la materia prima se planteó que estuviera disponible por calibre y cerca de la sección de las máquinas que fabrican el producto para así poder evitar atrasos en el proceso y que el flujo de la producción fuera continuo.

Para el traslado de la materia prima a su ubicación el personal utiliza un puente grúa o en su efecto montacarga de la planta para realizar los traslados de materia prima.

Los operadores encargados deben anotar la cantidad de canastas que tienen de materia prima y que tipo de calibre, para tomar una decisión de seguir recepcionando materia prima.

MÁQUINAS DE ALAMBRE ESPIGADO HONDURAS	PASILLO PARA MONTACARGAS	PRODUCTO RECHAZADO	6.5 m
		CANASTAS VACIAS	3.5 m
		CALIBRE 1.59	6.5 m
		CALIBRE 1.45 CLASE III	3.5 m
		CALIBRE 1.45 DURO	6.5 m
		CALIBRE 1.40	6.5 m
		CALIBRE 1.34	6.5 m
		CALIBRE 1.45 SUAVE	10 m
CAMINAMIENTO			1.5 m
MÁQUINAS DE ALAMBRE ESPIGADO GUATEMALA	PASILLO PARA MONTACARGAS	CALIBRE 17 1/4	3.5 m
		CALIBRE 14 3/4	6.5 m
		CALIBRE 15 3/4	13 m
		CALIBRE 17 1/4	6.5 m

Figura 9. *Layout* de ubicación de canastas por calibre en el área de alambre espigado.

Fuente: Elaboración propia.

A. Implementación

Con base en las hipótesis que se tenía en el área se llevó a cabo la implementación del control de materia prima para el área de alambre espigado.

Cuadro 17. Línea base en horas por falta de materia prima de 2021.

Línea base de horas de interrupción de falta de materia prima último semestre 2021						
jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	Media 2021
682.03	1301.27	414.23	191.38	260.60	318.77	528.05

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 18. Porcentaje de productividad del área de alambre espigado último semestre de 2021.

Productividad del área de espigado en último semestre 2021						
jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	Media 2021
73.19%	73.41%	69.97%	58.55%	70.62%	69.67%	69.24%

Fuente: Empresa siderúrgica.

Cuadro 19. Indicadores de área de alambre espigado.

Proceso	Velocidad de producción por máquina (t/h)	# de máquinas	Meta de Productividad
OEE Alambre Espigado	0.068	43	68

Fuente: Empresa siderúrgica.

Después de la implementación del control de materia prima, se obtienen los siguientes resultados especificados en los Cuadros 19 y 20.

Cuadro 20. Horas de interrupción por falta de materia prima.

Horas de interrupción por falta de materia prima después de implementación de control de materia prima					
abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	Media 2022
116.07	267.32	184.16	225.42	115.57	181.71

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21. Porcentaje de productividad durante implementación de control.

Productividad del área de espigado con implementación del control de materia prima					
abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	Media 2022
72.74%	72.93%	68.05%	69.20%	69.55%	70.49%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la implementación se muestran en las siguientes gráficas. Las gráficas se especifican en las figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

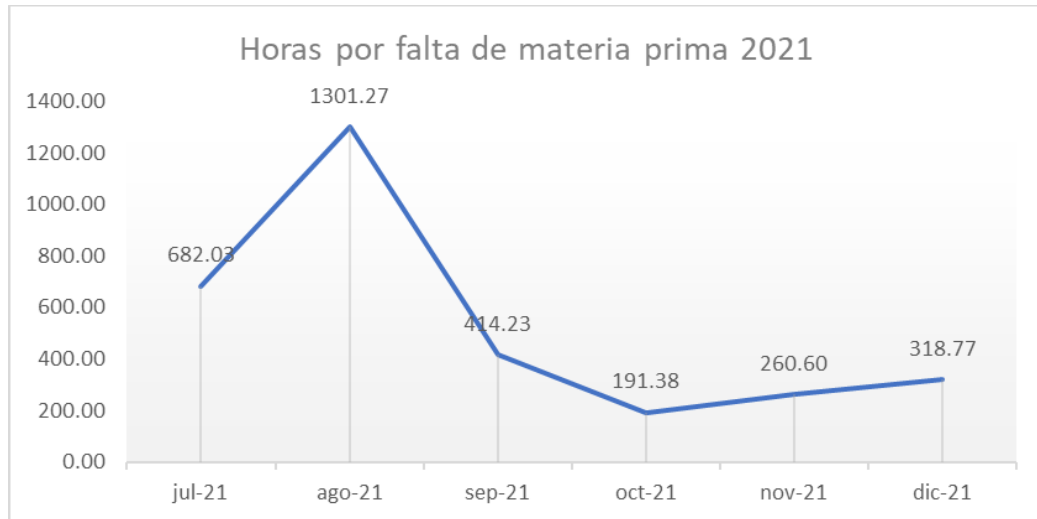


Figura 10. Horas por falta de materia prima último semestre de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

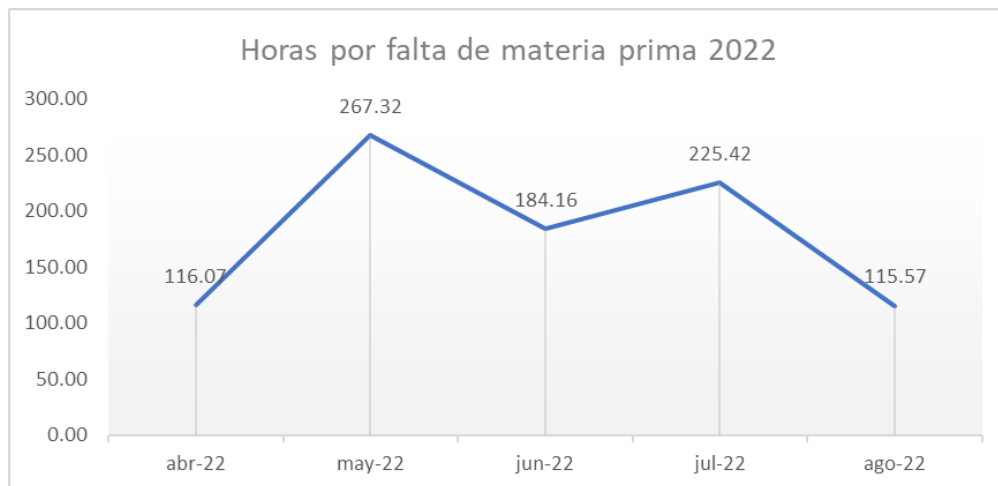


Figura 11. Horas por falta de materia en meses de implementación de control de abastecimiento de materia prima 2022.

Fuente: Elaboración propia.

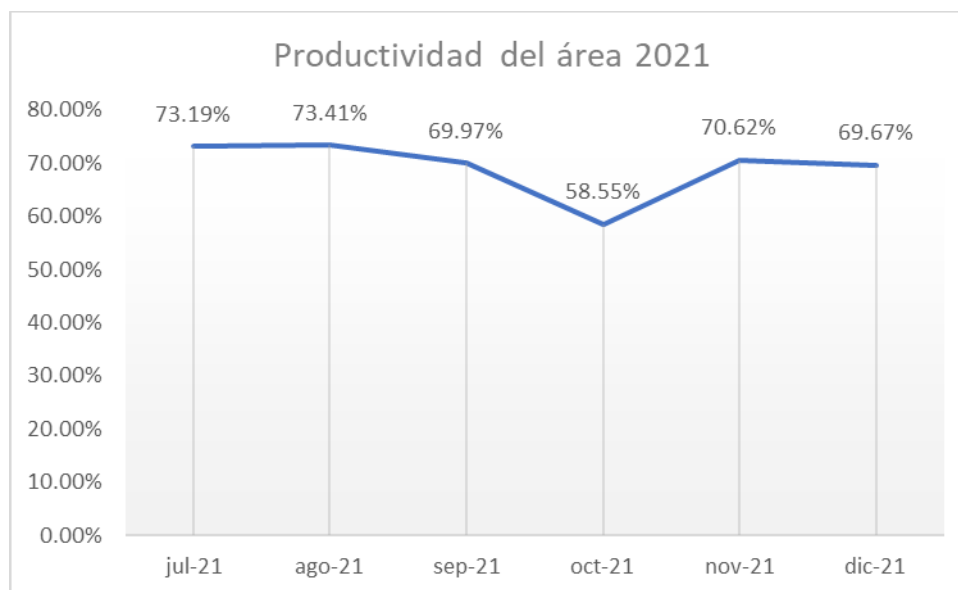


Figura 12. Productividad del área en el año 2021.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Productividad del área de alambre espigado después de la implementación de control de materia prima 2022.

Fuente: Elaboración propia.

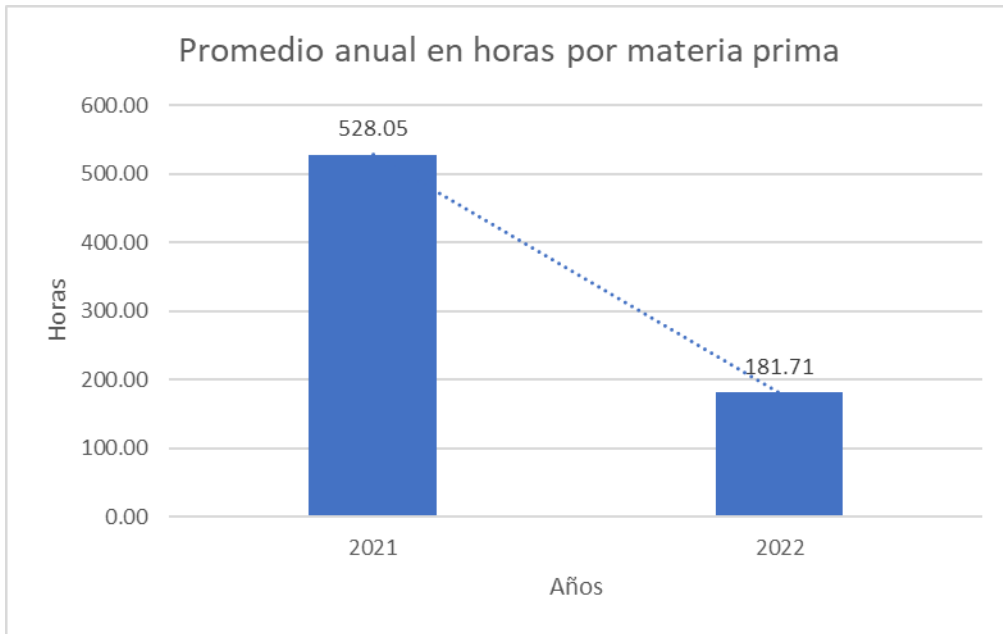


Figura 14. Promedio de horas por años en interrupción por falta de materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

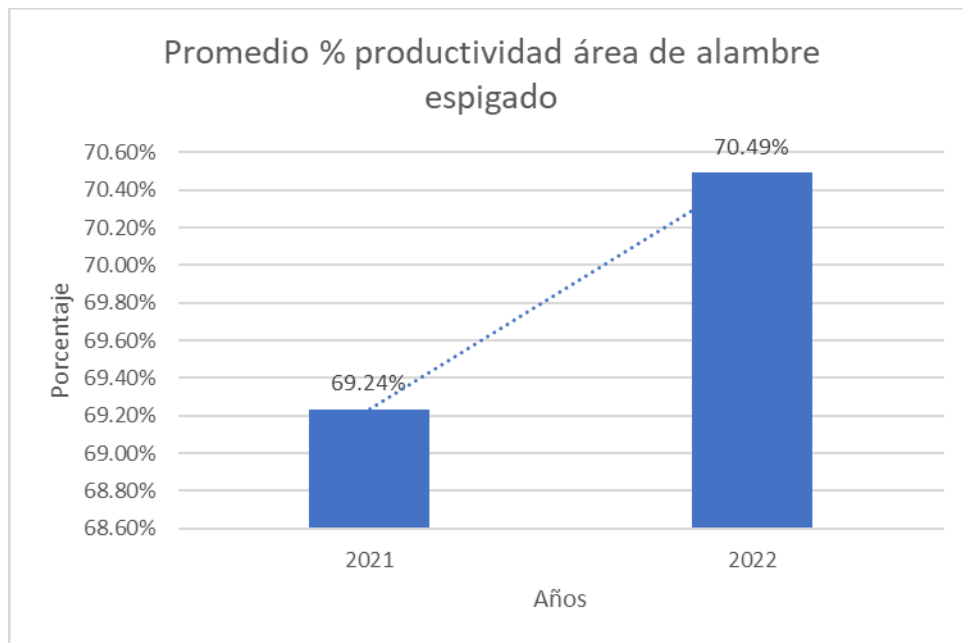


Figura 15. Promedio de porcentaje de productividad del área de espigado en año 2021 y 2022.

Fuente: Elaboración propia.

La utilidad operativa del área fue calculada dividiendo el tiempo útil de la máquina por las horas totales trabajadas del área de alambre espigado.

En el siguiente cuadro se muestra cual fue la utilidad del último semestre de 2021, así mismo se muestra cómo se comporta la gráfica de este proceso. La utilidad del proceso se especifica en el Cuadro 21.

Cuadro 22. Datos de utilidad del último semestre de 2021.

Mes	Tiempo útil (hrs)	TPT (hrs)	Utilidad %	Meta
Julio	14643.88	20007.50	73.19%	68%
Agosto	13931.56	18977.50	73.41%	68%
Septiembre	14738.65	21065.00	69.97%	68%
Octubre	702.59	1200.00	58.55%	68%
Noviembre	16168.39	22895.00	70.62%	68%
Diciembre	11481.59	16410.00	69.97%	68%

Fuente: Elaboración propia.

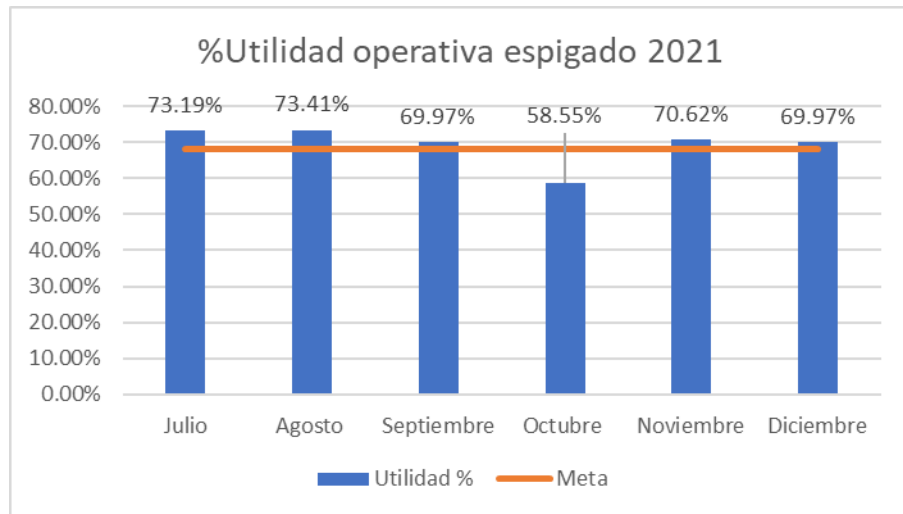


Figura 16. Porcentaje de utilidad operativa 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 23. Indicadores de Utilidad operativa durante la implementación de cuadro de control de inventarios.

Espigado implementación 2022				
Mes	Tiempo útil (hrs)	TPT (hrs)	Utilidad %	Meta
Abril	13051.77	17942.50	72.74%	68%
Mayo	14122.58	19364.50	72.93%	68%
Junio	14054.65	20653.00	68.05%	68%
Julio	11374.99	16438.50	69.20%	68%

Fuente: Elaboración propia.

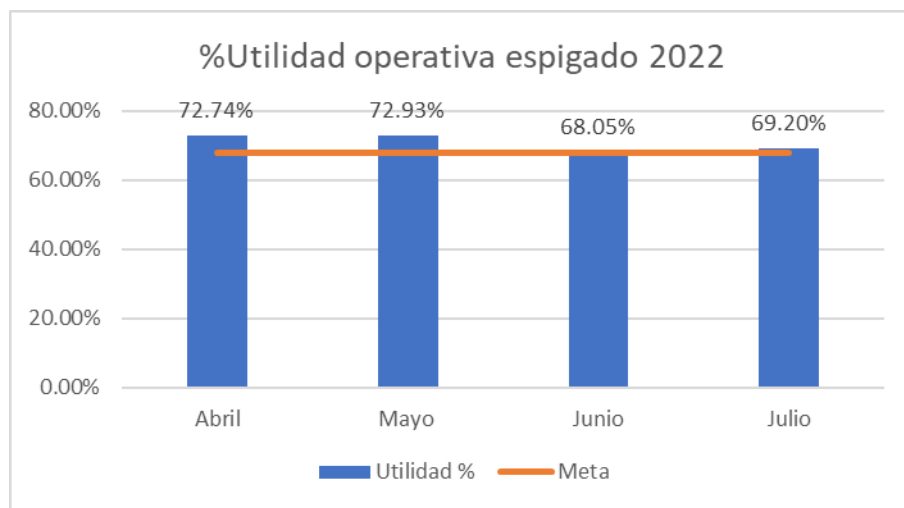


Figura 17. Porcentaje de utilidad operativa 2022 durante cuadro de control de inventarios.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 24. Incremento de productividad del área de alambre espigado.

Incremento de productividad	
2021 (Último semestre)	69.24%
2022 (Implementación)	70.49%
Variación	1.26%

Fuente: Elaboración propia.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta con base en los resultados obtenidos en el capítulo anterior un análisis de la investigación realizada.

Con la elaboración del tablero de control de materia prima, se logra obtener la información necesaria para que el proceso de alambre espigado no se quede desabastecido por materia prima y esto no afecte el indicador de productividad del área y no se tengan muchas horas perdidas por esta falta de materia prima que se tiene en el área.

El tablero fue propuesto para que se pueda recopilar la información como el área a la cual va dirigida la cual es el proceso de alambre espigado, la fecha en la cual está realizando dicho control de inventario, el turno que está realizando este control de inventario y así mismo la hora en la que lo realiza el operador, ajustador o líder del área. Otra consideración que se tomó en cuenta es el calibre del alambre galvanizado con el cual se elaboran los productos, para poder tener visibilidad de la materia prima necesaria para abastecer el proceso.

Así mismo también se define la cantidad de máquinas que están produciendo con estos calibres para considerar, el producto que están elaborando, y el *stock* de materia prima que se tiene de cada calibre de alambre galvanizado, el alambre galvanizado es trasladado en canastas, las cuales contienen alambre en cual es pesado por quintales.

El tablero de control de inventario también contiene un apartado el cual es para tomar la decisión respectiva para la materia prima que esta desabastecida o sobre *stock*, esta decisión es tomada por la persona que llena el control de materia prima.

Por último se tienen tres apartados; el primero son máquinas paradas por falta de materia prima, en la cual se colocan las máquinas desbastecidas de materia prima para la elaboración de los productos, con esto se busca identificar y minimizar la cantidad de máquinas desabastecidas y así no afectar la productividad del proceso, máquinas paradas por mantenimiento y por interrupción mecánica/eléctrica sirve para identificar los problemas que se tiene en el área de mantenimiento y así puedan solucionarlos de una manera inmediata para que no afecte el proceso.

Con base en la investigación se identifica el inventario adecuado para el proceso es el de seguridad ya que este nos permite que los materiales se muevan de una operación a otra para, según a los pedidos que necesita el proceso para la fabricación del producto terminado. El proceso que abastece a alambre espigado de materia prima es alambre galvanizado. El sistema de control para este proceso se identifica que es el de revisión

periódica ya que este tiene por objetivo realizar el conteo físico de los materiales, la cantidad que se tiene, y la ubicación de los materiales para evitar desviaciones.

A. Análisis de objetivo específico 1

El procedimiento de recopilación de la información de materia prima se hizo con el propósito de que cualquier colaborador, operador, ajustador o líder del área de alambre espigado pudiese recopilar la información necesaria para el tablero de control de materia prima. Con respecto a la demanda de producto y ajustes de máquinas que se tiene, algunos colaboradores no pueden realizar varias actividades al mismo tiempo y es por eso por lo que se realiza este procedimiento para que cualquier colaborador del área realice esta actividad al inicio del turno.

B. Análisis de objetivo específico 2

Para la recopilación de la información se debe tener una jerarquía la cual se debe respetar, porque si no se tiene dicha jerarquía, los colaboradores no respetaran las actividades que deben hacer y esto puede generar conflicto entre los mismos colaboradores.

C. Análisis de objetivo específico 3

El flujo de las acciones correspondientes es para que los operadores líderes del área tengan las ideas necesarias para evitar el desabastecimiento del proceso y este tenga un flujo continuo en la operación, así mismo la ubicación de la materia prima es muy importante, porque con una buena ubicación se evitan tiempos de traslado de la materia prima y se mantiene un orden en el área.

D. Impacto de implementación

La realización del control de materia prima obtiene un impacto económico el cual se especifica en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Indicadores de impacto económico de implementación de control de inventario de materia prima.

Impacto económico de control de materia prima	
Incremento de productividad	0.0126
Horas diarias de producción en el área	22.5
Días hábiles de producción	26
No. de máquinas	43
Tiempo útil diario	25155
Incremento de horas por control de materia prima	316.95
EPH área de espigado	0.068
Incremento de TM	21.55
Costo de venta de TM	USD 803.32
Impacto económico en USD	USD 17,313.78
Tipo de cambio de USD a GTQ	7.88
Impacto de económico en GTQ	Q 136,432.57

Fuente: Elaboración propia.

VIII. CONCLUSIONES

1. Según las investigaciones realizadas se puede evidenciar las posibles maneras de realizar un inventario de materia prima en el área de alambre espigado, se evidencia que con el tablero se pueden minimizar las horas de interrupciones de materia prima, ya que esto ayuda a dar posibles soluciones y claridad del desabastecimiento que se tiene en el área y poder comunicar a las áreas que abastecen de materia prima al proceso de alambre espigado. El inventario que se puede utilizar **es el inventario de seguridad**, porque este inventario nos indica la cantidad que se tiene de materia prima en el área e identificar si el proceso que nos abastece está cumpliendo con el pedido, **su sistema de control es el de revisión periódica**, porque se contabiliza la materia prima que tiene y la frecuencia con la que se realiza puede ser a inicio del turno.
2. Un procedimiento de recopilación de información es muy importante en cada empresa, porque con esto se evitan atrasos en el proceso y esto permite a que todos los colaboradores puedan identificar las áreas y realizar las tareas, aunque las tengan asignadas, pero pueden servir como apoyo en diferentes áreas.
3. Las jerarquías se deben respetar también en todas las áreas, porque con esto nos evitamos conflictos entre colaboradores y cada uno de ellos tiene identificadas las tareas que realizara y cuáles pueden ser de apoyo.
4. Las acciones que toman los colaboradores siempre deben de ser basadas al beneficio del área, porque siempre se busca incrementar la productividad de las áreas, la ubicación de las materias primas es muy importante, porque se evitan atrasos en la elaboración de los productos y desperdicios de tiempos en el área, y el flujo continuo de la materia prima.
5. En una empresa no existe un sistema un sistema que pueda considerarse como modelo único y apropiado a toda la clase y tamaño de empresa. Los métodos de inventarios dependerán de la demanda que tiene cada uno de los procesos de la empresa o la empresa como tal y la forma de trabajo que tenga cada uno de estos, pero siempre tener un inventario de seguridad es óptimo para que los procesos de la empresa no se queden sin materia prima para seguir produciendo sus productos.

IX. RECOMENDACIONES

1. Dicho control de inventario de materias primas puede ser aplicado a cualquier área, y en cualquier proceso productivo de la planta de trefilación en la empresa siderúrgica.
2. Considerar todos los tipos de inventarios y sistemas para realizar en la planta de trefilación.
3. Siempre se deben tomar en cuenta otros factores críticos en el proceso para recepcionar la materia prima.
4. Identificar las desviaciones del proceso de alambre galvanizado, porque no abastecen de suficiente materia prima el proceso de alambre espigado.
5. Retroalimentar las 5s's en las áreas necesarias de la planta de trefilación, para que la recepción de los materiales y la ubicación sea la adecuada.
6. Los inventarios siempre deben existir en todas las áreas de una empresa, los mismos deben estar nivelados para cualquier auditoría que quieran realizar en el área correspondiente.


X. BIBLIOGRAFÍAS

1. Grupo Hierros Alfonso. *Palanquilla*
<https://www.grupohierrosalfonso.com/productos/otros-materiales-siderurgicos/palanquilla-de-acero.html> [23 de agosto de 2022]
2. ArcelorMittal. (s.f). *Tratamiento mineral* <https://spain.arcelormittal.com/quienes-somos/producimos-acero/> [23 de mayo de 2022]
3. Arquitectura en acero. *Proceso siderurgico*
<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/proceso-siderurgico> [23 de mayo de 2022]
4. Bogar, M. (17 de Diciembre de 2018). *Láminas y aceros*.
<https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-alambr%C3%B3n-de-alta-calidad> [23 de agosto de 2022]
5. Cana, J. A. (2005). *Logística comercial*. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L. 216 págs.
6. Centelsa. (s/f). *Proceso de estirado* <https://centelsa.com/procesos-centelsa-proceso-de-estirado/> [09 de agosto de 2022]
7. Corporación Aceros de Guatemala. (s.f.). *Acero y su historia*
<https://www.corporacionag.com/es/linea-de-historia> [21 de mayo de 2022]
8. European Knowledge Center for Information Technology. *Fabricación por pedido (Make To Order)* <https://www.ticportal.es/glosario-tic/fabricacion-pedido-make-order> [12 de agosto de 2022]
9. European Knowledge Center for Information Technology. *Fabricación por pedido Make To Stock*. <https://www.ticportal.es/glosario-tic/fabricacion-stock> [12 de agosto de 2022]
10. KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., & MALHOTRA, M. (2008). *Administración de operaciones*. Octava edición. México: Pearson Educación. 752 págs.

11. Mecalux News. (17 de junio de 2017). Mecalux. *Gestión de Stock*
<https://www.mecalux.com.mx/blog/gestion-stock-que-es> [25 de Agosto de 2022]
12. MoldTrans. (8 de julio de 2020). *Métodos de Gestión de Stock*
<https://www.moldtrans.com/los-metodos-de-la-gestion-de-stocks/> [28 de Agosto de 2022]
13. Morales, J. (s.f). Slideplayer. *Sistemas de producción*
<https://slideplayer.es/slide/4027446/> [23 de agosto de 2022]
14. Pérez, A. (22 de Octubre de 2018). OBS Business School. *Método FEFO*
<https://www.obsbusiness.school/blog/en-que-consiste-el-metodo-fefo> [01 de septiembre de 2022]
15. Retos Directivos EAE. (19 de Abril de 2021). EAE Business School.
Productividad <https://retos-directivos.eae.es/como-calcular-la-productividad-con-ejemplos/> [03 de agosto de 2022]
16. Retos en Supply Chain. (27 de julio de 2022). EAE Business School. *Tipos de sistema de producción industrial* <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-de-sistemas-de-produccion-industrial-y-sus-caracteristicas/> [02 de agosto de 2022]

XI. ANEXOS

Anexo 1. Control de materia prima en área de espigado.



CONTROL DE PRODUCCIÓN / INVENTARIO

ÁREA **ESPIGADO**

FECHA **24-06-2022**

TURNO
1 2 3
HORA **5:30** ✓

	Cantidad de Máquinas	Línea (Producto)	Stock (Canastas)	Decisión
1.45 Duro	7	BAHMAN	6	+ Hilos
1.45 Suave	—	—	—	—
1.45 (III)	—	TREFICA 16 ó INTAFICA	—	—
1.40	7	EL ECONOMICO 400	2	+ Hilos
1.34	18	PÚA	15	+ Hilos
1.59	—	TREFICA 15.5 3"	9	—
17 1/4	7	PANTERA 400 V	5	+ Hilos
15 3/4	13	AG 400 IOWA G.T.	0	+ Hilos
14 3/4	—	TORO	1	—
13 1/2	—	IOWA 55 lbs Hon	—	—
12 1/4	1	IOWA 70 lbs Hon	—	+ Hilos
14 1/4	1	PÚA IOWA Hon	—	+ Hilos

MAQUINAS PARADAS POR FALTA DE MATERIA PRIMA

MAQUINAS PARADAS POR MANTENIMIENTO

MAQUINAS PARADAS POR INTERRUPCION MECANICA/ELECTRICA

22,24, 41

10 (Iowa)

21, 23 y 25

Anexo 2. Ubicación de materia prima.



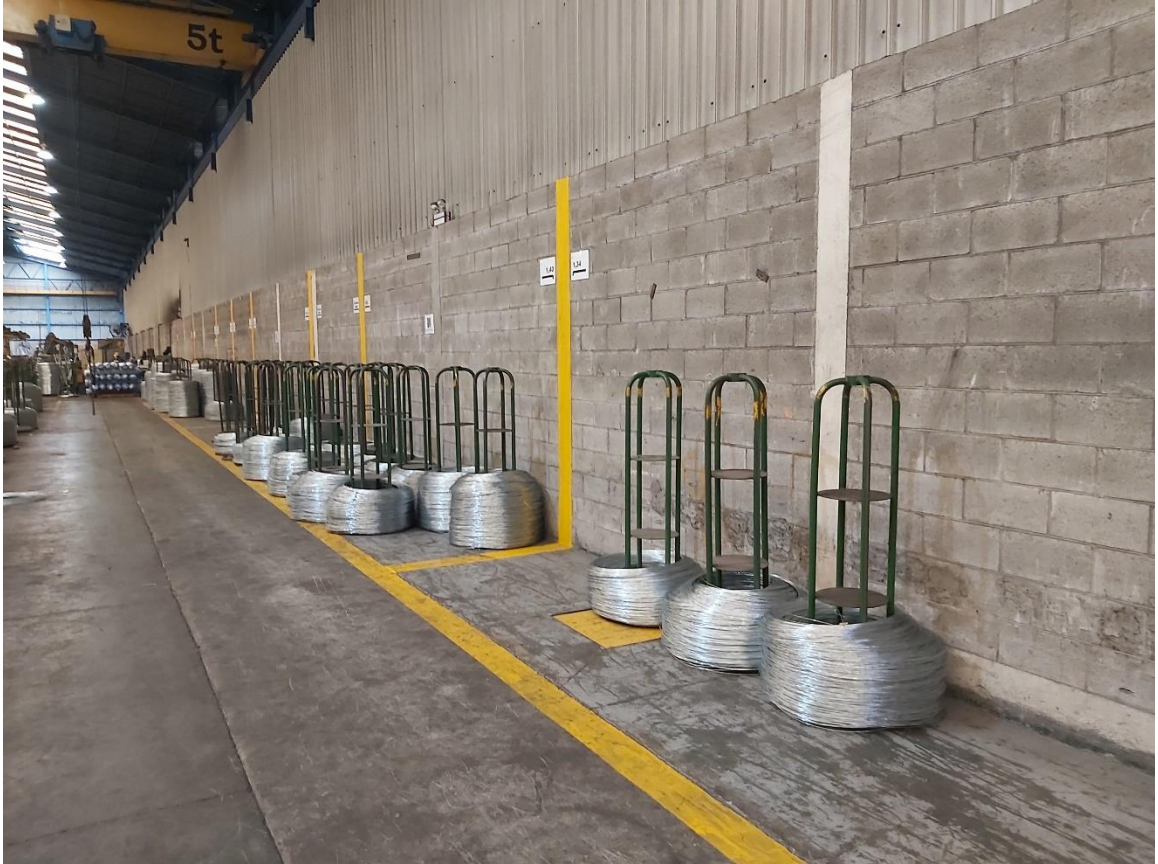
Anexo 3. Ubicación de materia prima calibre 17 1/4.



Anexo 4. Producto rechazado.



Anexo 5. Ubicación de materia prima de diferentes calibres.



Anexo 6. Traslado de materia prima.



Anexo 7. Orden y clasificación correcta del área.






Anexo 8. Registro de asistencia de capacitación de control de materia prima.

REGISTRO DE ASISTENCIA		FRM-ORH10000-26	Página 1 de 1
		Versión: 3	Fecha de aprobación: 13/02/2018

TEMA: Metodología de Recopilación de Información para Control de Materia Prima.

FECHA: 09/05/2018 DURACION: 1 hora. LUGAR: Esfigado. FACILITADOR: Deivid Pérez

No.	CODIGO / DPI	NOMBRE	UNIDAD / EMPRESA	PUESTO	FIRMA	MATERIAL DE APOYO	NOTA
1	937	BRYSON CONES	ESFIGADO	Lider. area.		SI	
2	924	Luis RIVERA	ESFIGADO	Lider. Esp.		SI	
3	960	Felix COZ	ESFIGADO	Lider.		SI	
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

FACILITADOR _____

RESPONSABLE _____

XII. GLOSARIO

- 1) Dado: herramienta que sirve para disminuir el diámetro de un alambre de cobre o aluminio a través de un juego de dados que poseen forma cónica (una entrada grande y salida más pequeña) en su interior.
- 2) Canasta: dispositivo que sirve para la recolección de alambre trefilado o galvanizado.
- 3) Alambión: el alambión es un material que puede ser hecho de acero, cobre, aluminio o latón, a través de un proceso de laminado caliente, cuenta con un diámetro que oscila entre los 5 y 30 mm, tiene una forma circular y lisa. Es resistente a la corrosión y es un material muy maleable
- 4) Decapado: el decapado es un tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos, herrumbre o escoria, de aleaciones de metales ferrosos, cobre, y aluminio.
- 5) Escoria: sustancia vítrea, formada por las impurezas, que flota en el crisol de los hornos metalúrgicos.
- 6) Fluxado: se trata de la etapa de flux o fluxado. Esta etapa consiste en proporcionar un recubrimiento para activar la superficie de acero base, con el fin de permitir que el zinc la “moje” y reaccione uniformemente con ella durante la inmersión en la etapa posterior en el crisol.